

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Documentación de Referencia.

La documentación de referencia se relaciona en la tabla siguiente.

Tabla 1.- Documentación de referencia

REFERENCIA	CÓDIGO	DENOMINACIÓN
R1	MB-GCMB-ET-0019	Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento. Rev. Agosto. 2012.
R2	MB-GC-ME-0025	Producto nº 25. Diseño Operacional de la PLMB. Rev 1. Febrero 2010.
R3	202006-DF-PR19-DOC-03-VF	Estudio Funcional y de Explotación
R4	202006-DF-PR19-DOC-02-VF	Sistema de Señalización y Control de Trenes
R5	202006-DF-PR18-ANX22-MEM-0103-VF	Sistema de Alimentación Eléctrica. Simulación Eléctrica de la Red de Tracción.
R6	202006-DF-PR19-DOC-04-VF	Análisis de los modos de conducción

1.2 Acrónimos y Abreviaturas.

Los acrónimos y abreviaturas utilizadas se han recogido en la tabla 2.

Tabla 2.- Acrónimos y abreviaturas

ACRÓNIMOS y ABREVIATURAS	DEFINICIÓN
AT	Alta Tensión
BT	Baja Tensión
c*km	Coches x kilómetro
CBTC	Communication-Based Train Control
CL	Coordinador de Línea
GI	Grupos de Intervención
IPC	Índice de Productos al Consumo
PCC	Puesto de Control Centralizado
RC	Responsabilidad Civil
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
UT	Unidad de Tren
Mill.COP	Miles Pesos Colombianos.

1.3 Marco de Referencia

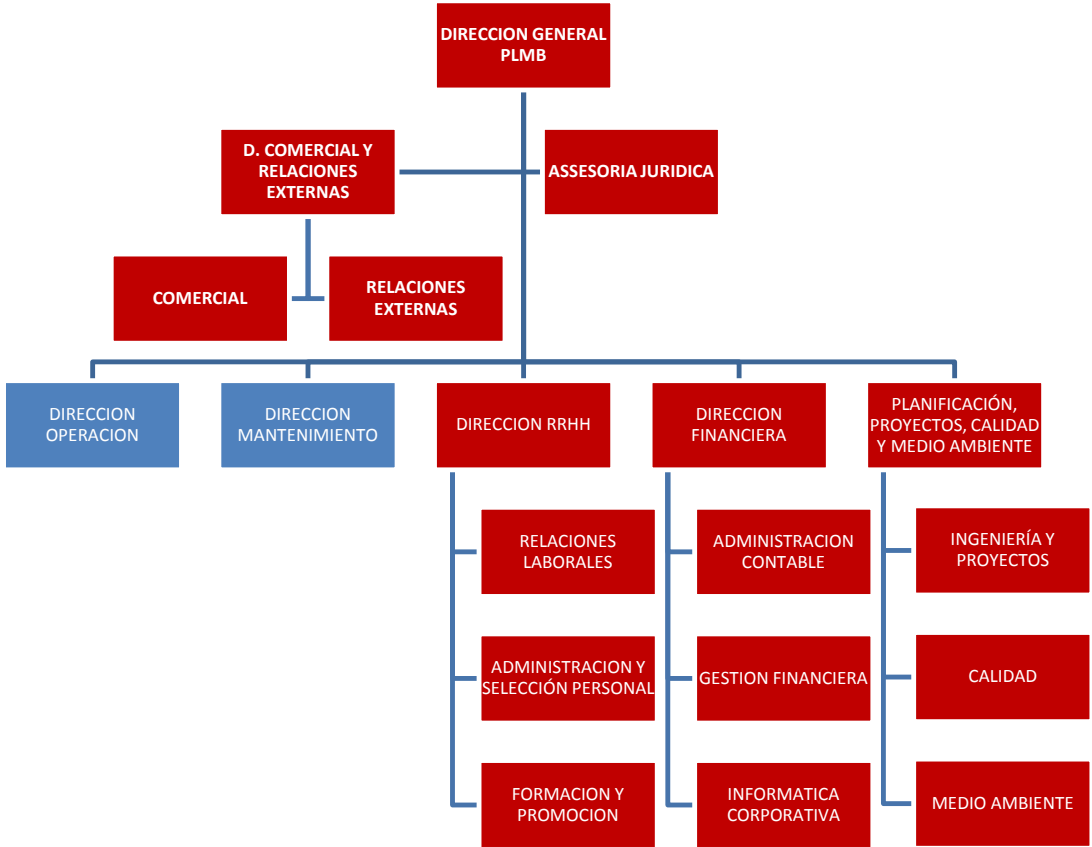
El presente estudio de costes se presenta en euros constantes del año 2015. Los costes obtenidos de los documentos de referencia se han actualizado con los datos del IPC del Banco Nacional de Colombia, para los años transcurridos desde su elaboración.

Los valores adoptados para las actualizaciones han sido:

- 1 Euro (€)= 2.557,1250 Pesos Colombianos (COP).
- Actualización del IPC (2013-2015) = 1.06291611

El presente estudio incluye los costes de operación y mantenimiento correspondientes a la **Línea en Explotación** (Portal de las Américas-Calle 127) y **Ramal Técnico**.

En la siguiente figura se muestra un organigrama completo, con las principales áreas que comprenderían la empresa gestora de la PLMB. En color rojo se han puesto las áreas generales o staff (fuera del alcance del proyecto) y en color azul las áreas de operación y mantenimiento, objeto del presente informe.



Partiendo de la documentación R2, se ha elaborado un cuadro de personal de costes de personal agrupado por categorías profesionales y estableciendo los diferentes puestos de trabajo dentro de cada categoría. El coste actualizado que se utilizará para evaluar el coste de personal en el presente estudio se ha recogido en la tabla 3.

Tabla 3.- Categorías profesionales y coste anual del personal asociado

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	COSTE EMPRESA ANUAL COP (2015)	COSTE EMPRESA ANUAL € (2015)	FACTOR ESCALA
Nivel 1	Director de Mantenimiento	299 500 687	117 124 €	9.00
	Director de Operación	299 500 687	117 124 €	9.00
Nivel 2	Gerente Mantenimiento Material Rodante	199 667 125	78 083 €	6.00
	Gerente Mantenimiento Infraestructuras	199 667 125	78 083 €	6.00
	Gerente Oficina Técnico-Administrativa	199 667 125	78 083 €	6.00

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	COSTE EMPRESA ANUAL COP (2015)	COSTE EMPRESA ANUAL € (2015)	FACTOR ESCALA
	Gerente del PCC	199 667 125	78 083 €	6.00
	Gerente de Línea y Estaciones	199 667 125	78 083 €	6.00
	Gerente de Seguridad y Protección Civil	199 667 125	78 083 €	6.00
Nivel 3	Supervisor de Sala	116 472 489	45 548 €	3.50
	Coordinador de Estaciones	116 472 489	45 548 €	3.50
	Coordinador de Línea	116 472 489	45 548 €	3.50
	Supervisor de Limpieza y Medio Ambiente	116 472 489	45 548 €	3.50
	Jefe de Servicio Talleres, Mantenimiento	116 472 489	45 548 €	3.50
Nivel 4	Operador de Circulación	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Ayuda al Cliente	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Estaciones	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Mantenimiento	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Seguridad de las Instalaciones	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Gestión de Incidencias	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Gestión de Emergencias	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Energía	74 875 172	29 281 €	2.25
	Operador de Simulación	74 875 172	29 281 €	2.25
	Agente de Protección Civil	74 875 172	29 281 €	2.25
	Supervisor de Sección	86 106 447	33 673 €	2.25
	Agente de Atención al Cliente	74 875 172	29 281 €	2.25
	Supervisor Talleres, Mantenimiento	86 106 447	33 673 €	2.25
	Técnico Talleres, Mantenimiento	82 362 689	32 209 €	2.25
	Secretaria de Dirección	78 618 930	30 745 €	2.25
	Gestor Técnico	74 875 172	29 281 €	2.25
	Gestor Económico	74 875 172	29 281 €	2.25
	Gestor de Personal	74 875 172	29 281 €	2.25
Nivel 5	Agentes Cualificados Talleres, Mantenimiento	58 236 245	22 774 €	1.75
	Operador de Ticketing y Billetaje	58 236 245	22 774 €	1.75
	Conductor	49 500 808	19 358 €	1.75
	Secretaria	58 236 245	22 774 €	1.75

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	COSTE EMPRESA ANUAL COP (2015)	COSTE EMPRESA ANUAL € (2015)	FACTOR ESCALA
	Agente de Seguridad en Estaciones (50%)	66 971 681	26 190 €	1.75
	Agente de Seguridad en Línea (50%)	66 971 681	26 190 €	1.75
	Agente de Seguridad en Instalaciones (Talleres, edif adm)	66 971 681	26 190 €	1.75
	Agente de Seguridad de Control del Fraude (GI)	66 971 681	26 190 €	1.75
Nivel 6	Administrativo	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agente Talleres, Mantenimiento	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agente de Seguridad en Estaciones (50%)	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agente de Seguridad en Línea (50%)	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agentes Refuerzo Seguridad en Estaciones	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agentes Refuerzo Atención al Cliente	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agente de Taquillas	41 597 318	16 267 €	1.25
	Agente de Control del Fraude (Grupo Intervención)	41 597 318	16 267 €	1.25
	Personal de Almacenes	41 597 318	16 267 €	1.25
Nivel 7	Personal de Limpieza	33 277 854	13 014 €	1.00

Nota: Los costos del personal incluyen el Factor Prestacional (FP).

Se ha incluido una última columna con el Factor de Escala, que relaciona los salarios más elevados con respecto al salario más bajo de la empresa. Esta correlación de salarios en empresas de transporte está en la relación 1 a 9. Con este criterio se han ponderado los salarios de los distintos niveles profesionales de la PLMB.

El costo de Seguridad social de la empresa se evalúa en el 27,5% del costo total de los salarios. Este costo se imputa en el conjunto de tributos e impuestos de la empresa.

2 DIRECCIÓN DE OPERACIÓN.

La función de la dirección de operación de la PLMB es gestionar el correcto funcionamiento de la línea (Tráfico de trenes, gestión de instalaciones de estaciones y de túnel, atención comercial e información al viajero, venta de billetes, control del fraude, limpieza, seguridad y gestión de emergencias y de incidencias) durante las horas de explotación comercial de acuerdo con los niveles de calidad definidos. Así mismo en horas fuera de servicio, facilitar las actividades de la Dirección de Mantenimiento en estaciones, túneles y en patio de taller y cocheras (Circulación de trenes de trabajo y vehículos auxiliares, cortes de suministro eléctrico programados, facilitación de la actividad de los equipos y brigadas de trabajo de acuerdo con la normativa de seguridad).

2.1 Organización y Funciones.

De la dirección de operación dependerá todo lo relacionado con la operación de la PLMB (documento R2).

La ubicación del personal de operación será en el PCC, estaciones y personal embarcado en los trenes.

2.1.1 Organización general

La dirección de operación se organizará en cuatro áreas operativas y una oficina técnica (figura 1), las cuales se describen a continuación:

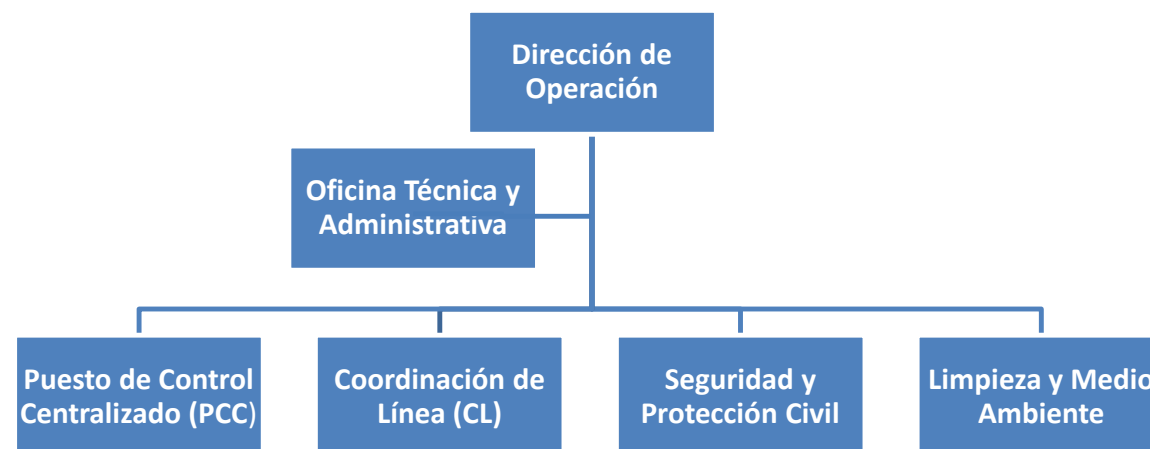


Figura 1.- Organigrama general de la Dirección de Operación

- Áreas Operativas:

- **Puesto de Control Centralizado (PCC)**, encargado de la gestión de las circulaciones de trenes, supervisión del sistema de señalización y comunicaciones, control y gestión del sistema de energía eléctrica, control y gestión de las instalaciones de las estaciones, túnel y patio de taller, información centralizada al viajero, gestión de emergencias e incidencias, etc.
- **Coordinación de Línea (CL)**, encargada de la gestión de las estaciones y sus instalaciones, atención al viajero en trenes y estaciones, control de flujos de viajeros en estaciones y acceso a trenes, venta de billetes y gestión de emergencias e incidencias en modo local, etc.
- **Área de Seguridad y Protección Civil**, responsable de la seguridad, en el aspecto ciudadano y de gestión de situaciones de riesgo en el conjunto de la línea, estaciones, talleres, cocheras y de los edificios administrativos. Elaboración de planes de emergencia, contingencia, gestión de crisis y recuperación de la normalidad. Colaborará con coordinación de línea en la gestión de flujos de personas en estaciones y trenes.
- **Área de Limpieza y Medio Ambiente**, responsable de la limpieza y salubridad de las estaciones, talleres y cocheras y de los edificios administrativos.

2.1.2 Oficina Técnica y Administrativa.

Como área staff tiene como misión principal asistir en los aspectos técnicos y administrativos a la Dirección de Operación y a sus 4 áreas operativas: Puesto de Control Centralizado (PCC), Coordinación de Línea (CL), Área de Seguridad y Protección Civil y Área de Limpieza y Medio Ambiente. Su personal trabajará de lunes a viernes en horario diurno excepto en su periodo de vacaciones.

Está organizada en las siguientes áreas.

- **Secretaría Administrativa**, para dar soporte administrativo a las diferentes áreas operativas.
- **Oficina Técnica**. Su función principal es dar soporte en los aspectos de gestión técnica, económica y de personal. Para ello se articulará en las tres áreas siguientes:
 - **Gestión Técnica**, con funciones propias de la ingeniería de operación y estará capacitada para:
 - Definición de programas y mallas de explotación,

- Seguimiento de índices de calidad del servicio internos y externos, indicadores de producción y ratios de gestión.
- Análisis de incidencias y simulaciones de explotación.
- Elaboración de procedimientos de operación.

Entre el personal de esta área se encuentra:

- *Operador de Simulación*, será un puesto desempeñado por una única persona que será responsable de efectuar simulaciones que permitan efectuar el análisis de posibles situaciones o incidencias de explotación pasadas o futuras con objeto de desarrollar procedimientos o normativas.
- **Gestión Económica**, con la función de establecer los presupuestos de gasto cada área y el seguimiento de su adecuado cumplimiento. Además será responsable de los procedimientos de ventas y recaudación y control del número de usuarios. Entre el personal de este área, se encuentra:
 - *Operador de Ticketing*, será un puesto desempeñado por una única persona que será responsable de todo el proceso de venta y recaudación, así como del control de los sistemas de paso que proporcionan la información del número de viajeros que acceden a la PLMB.
- **Gestión de Personal**, cuya función será la propia de un área de RRHH

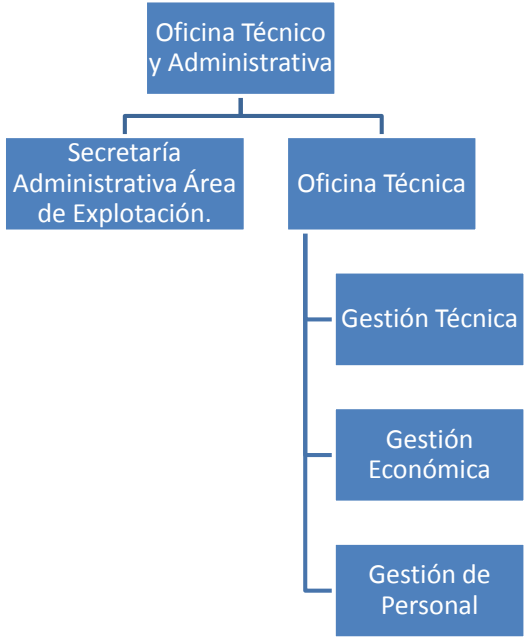


Figura 2.- Organigrama Oficina Técnica Explotación

2.1.3 Organización del Puesto de Control Centralizado (PCC).

El Puesto de Control Centralizado (PCC) tiene como función principal la gestión de la operación de la línea durante todo el período de explotación comercial y durante los períodos de mantenimiento de la misma en horas fuera de servicio.

Se encargará de la operación y gestión en tiempo real de todas las instalaciones de la PLMB, del control de las circulaciones, de la señalización, de las comunicaciones, del sistema de energía y de todos los sistemas auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la línea.

El PCC estará en funcionamiento y con personal en todos los puestos las 24 h del día, 365 días al año.

En la figura 3 se muestra el organigrama funcional del PCC.

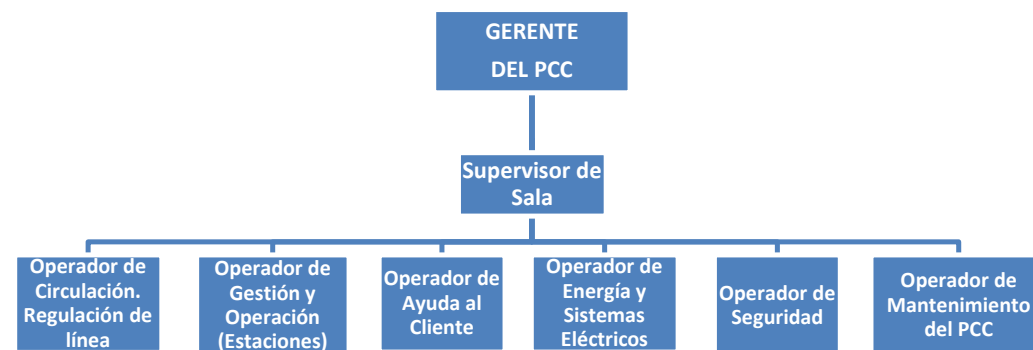


Figura 3.- Organigramma Puesto Control Centralizado (PCC)

A continuación se realiza una pequeña descripción de las funciones y estadías del personal de cada área.

- **Gerente del PCC**, será un puesto desempeñado por una única persona. Será el máximo responsable del PCC, coordinará y definirá las políticas generales de actuación del PCC en sus diferentes áreas.
- **Supervisor de sala**, este puesto estará cubierto por una persona durante las 24 horas del día. Será el responsable de las actividades en tiempo real del PCC, coordinando la actividad de los diferentes operadores de acuerdo con las directrices del Gerente del PCC. En caso de emergencia o incidencia relevante en línea asumirá la gestión de la misma hasta que el Gerente la asuma por estar presente en el PCC o hasta su llegada, siendo el encargado de ponerse en contacto con el Gerente en caso de no estar este presente.
- **Operadores de circulación**, serán los encargados de coordinar y gestionar todas las circulaciones de la línea. Serán los encargados de realizar las regulaciones de la explotación de forma que en todo momento se cumplan las frecuencias planificadas en las distintas franjas horarias del día. Durante los períodos de explotación comercial de la línea, habrá al menos 3 operadores de circulación. En horarios no comerciales, habrá al menos 1 operador de circulación que gestionará las circulaciones de los equipos de mantenimiento de la línea.
- **Operadores de gestión y explotación (estaciones)**: habrá 2 operadores. Serán los encargados de supervisar el correcto funcionamiento de las distintas instalaciones de las estaciones (escaleras, ascensores, etc.) y de la línea (ventilación, comunicaciones, señalización). En caso de incidencia en las instalaciones, serán los encargados para ponerlas en conocimiento de las brigadas de

mantenimiento y personal operativo en línea, así como de comunicarlo al supervisor de sala en caso de que la incidencia sea de importancia. Este puesto estará ocupado las 24 horas del día.

- **Operador de ayuda al cliente**, será el encargado de gestionar cualquier incidencia que ocurra a los viajeros. Las incidencias importantes serán comunicada al supervisor de sala, que determinará las actuaciones a realizar. Será la persona de contacto al otro lado de los interfonos de las estaciones y trenes. Será responsable de la información centralizada a través de megafonía y teleindicadores. Gestionará las posibles incidencias en las máquinas de ticketing. Coordinará con el personal operativo de línea la atención directa al viajero. Este puesto estará cubierto las horas de operación comercial de la línea.
- **Operador de energía y sistemas eléctricos**, será el encargado de gestionar el sistema de alimentación eléctrica de la línea, supervisará el correcto funcionamiento de todas las instalaciones y en caso de incidencia en la línea será el encargado, bajo las directrices del supervisor de sala y en coordinación con los responsables operativos en línea, de desenergizar los tramos de línea afectados. Así mismo durante los periodos de mantenimiento, será el encargado, bajo las directrices del supervisor de sala y en coordinación con los responsables de mantenimiento de desenergizar los tramos de línea necesarios. Este puesto estará cubierto las 24 horas del día.
- **Operador de seguridad**, será el encargado de coordinar a todo el personal de seguridad distribuido a lo largo de la línea en las estaciones y trenes. Organizará las actuaciones de dicho personal en caso de incidencia de acuerdo con las directrices del supervisor de sala y en coordinación con el personal operativo en línea, al que también apoyaran en el control de los movimientos de viajeros en estaciones y trenes. Este puesto estará cubierto las 24 horas del día.
- **Operador de mantenimiento del PCC**, será el encargado del correcto funcionamiento de todos los sistemas instalados en el PCC bajo la supervisión del supervisor de sala y de los responsables de mantenimiento. Este puesto estará cubierto las 24 horas del día.

Todo el personal anterior estará ubicado en las diferentes salas que a su efecto se diseñarán en el PCC.

Otras actividades desarrolladas en estas salas serán desempeñadas por personal externo al PCC (Bomberos, Policía, etc.) en el caso de la sala de emergencias e incidencias o por personal de la oficina técnica o de las diferentes gerencias de la dirección de Operación en el caso de la Sala de Reconstrucción.

2.1.4 Organización del Área de Línea.

La coordinación de línea tiene bajo su responsabilidad todos los aspectos relativos al viajero desde que efectúa su entrada en la estación, continuando durante su viaje en tren hasta que finalmente sale al exterior en la estación de destino. Bajo su responsabilidad esta la atención e información directa al cliente coordinándose a estos efectos con el PCC, seguridad y limpieza. También coordinara con los responsables del PCC y mantenimiento la resolución de las incidencias y averías que aparezcan en estaciones, túneles, trenes y patio de taller.

Esta área estará dividida en dos sub-áreas operativas, Estaciones y Línea según el organigrama que se muestra en la figura 4.

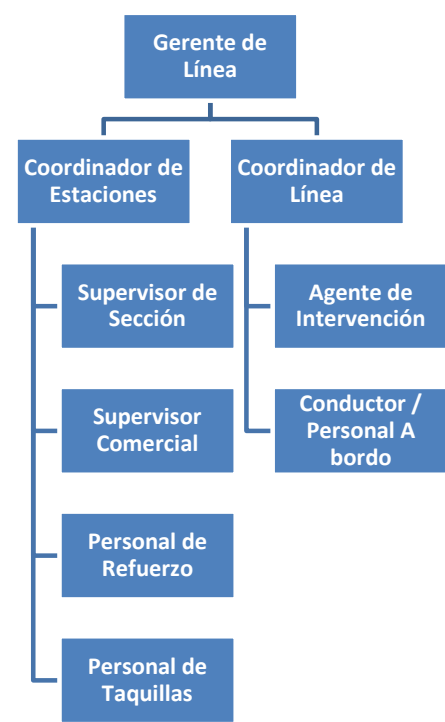


Figura 4.- Organigrama general de la Dirección de Línea

El personal adscrito a cada sub-área desarrollará las siguientes funciones y dedicaciones:

- **Coordinador de Estaciones:** Será el responsable del correcto funcionamiento de las estaciones y de la atención al cliente en ellas, de coordinar la apertura y cierre de las mismas. Asignará y supervisará los puestos de supervisores de sección y comerciales. Determinará el personal de refuerzo necesario en cada una de las estaciones, así como la distribución de los agentes de las taquillas. Coordinará con el área de seguridad el apoyo necesario para el control de flujos de

viajeros y con el coordinador de limpieza, la actividad de su personal en las estaciones. Este puesto estará desempeñado por una única persona, dependiendo directamente del Gerente de Línea. Dependiendo del coordinador estará el siguiente personal:

- **Supervisor de Sección:** Tendrá a su cargo una de las secciones en las que se divide la línea y que comprende 3 ó 4 estaciones, en función del volumen de viajeros que utilicen cada tramo de la línea. Se estará moviendo entre las estaciones asignadas realizando labores de supervisión y apoyo al personal fijo de la estación. Coordinará las actuaciones a desarrollar durante las horas punta del personal de refuerzo. Su presencia en la línea será durante las horas de explotación comercial.
- **Supervisor Comercial:** Tendrá presencia permanente en la estación durante las horas de explotación comercial. Será el encargado de abrir y cerrar las puertas de las estaciones al inicio y final de la jornada. Se encargará de supervisar y verificar el correcto funcionamiento de las máquinas de venta automática, canceladoras, etc. En caso de avería de alguno de estos elementos, se pondrá en contacto con el coordinador de estaciones para dar aviso y que el personal de mantenimiento solviente la avería. Es la primera persona de contacto con los viajeros en caso de incidencia. Estará habilitado para la conducción manual de las UT averiadas que así lo requieran.
- **Personal de Refuerzo:** Estará únicamente en las estaciones las horas punta de la mañana y de la tarde. Su misión será la de gestionar las posibles incidencias con los viajeros en el acceso a las instalaciones, canalizar los flujos de viajeros de subida a los trenes a lo largo de todo el andén y también en su recorrido por las estaciones, especialmente en las zonas de embarque y desembarque de escaleras mecánicas, dando indicaciones a los viajeros, etc. Es un personal de apoyo al Supervisor Comercial únicamente durante los períodos de mayor afluencia de viajeros a la línea. En función del grado de utilización de la estación el número de personas variará.
- **Personal de Taquillas:** Serán los encargados de despachar los billetes de transporte a los viajeros que no lo adquieran en las máquinas automáticas de las estaciones. Habrá al menos 2 personas por estación (una en cada vestíbulo de acceso) durante el período de operación de la línea.

- **Coordinador de Línea:** será el encargado de organizar los turnos de los conductores, en función del modo de conducción que finalmente se adopte, así como los conductores de talleres. Será responsable de los aspectos operativos del patio de talleres. Se encargará de planificar el trabajo diario de los Grupos de Intervención. Efectuara un seguimiento continuo de las incidencias que puedan ocurrir en trenes e instalaciones de túnel relacionados con el tráfico, coordinando las actuaciones con el PCC y mantenimiento. Este puesto estará desempeñado por una única persona, dependiendo directamente del Director de Línea.
 - **Agente de Intervención.** Estarán integrados en los Grupos de Intervención (GI) de la línea. Serán los encargados de controlar el fraude en la línea. Los GI estarán formados por 3 agentes de intervención y 2 agentes de seguridad.
 - **Conductores.** Con esta calificación laboral se identificará al personal destinado en los Talleres y Cocheras para realizar la conducción de las UT en las maniobras necesarias para trasladarlas desde la zona de toma y deje de servicio (TDS) a los talleres y viceversa, así como en la ejecución de los ensayos de las UT juntamente con personal de mantenimiento de material rodante. Este personal realizará la conducción del material auxiliar previsto tanto en los talleres como en la línea.

2.1.5 Seguridad y Protección Civil.

La coordinación de Seguridad y Protección Civil tiene bajo su responsabilidad todos los aspectos relativos a la seguridad de los viajeros, empleados e instalaciones de la PLMB.

Será de su responsabilidad la elaboración de Análisis de Riesgos y Planes de Emergencia que aseguren la prestación del servicio en condiciones de seguridad. Coordinará las políticas de seguridad con responsables institucionales como Policía, Bomberos y Servicios Sanitarios y sus intervenciones en el interior de la PLMB. Organizará ejercicios y simulacros que aseguren el adiestramiento del personal y la coordinación con los servicios externos de intervención.

La organización de esta área y los distintos puestos se muestran en la figura 5.

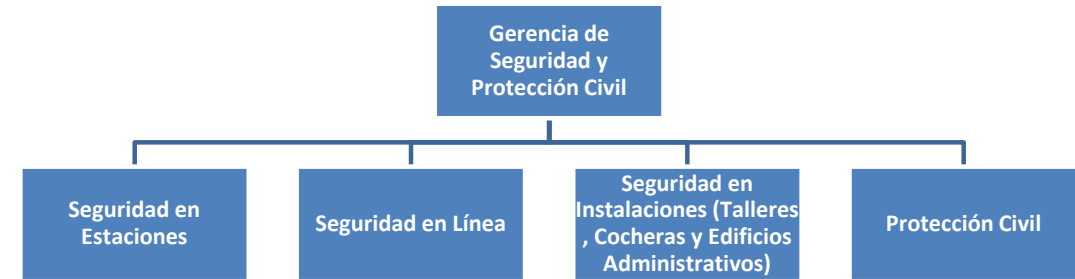


Figura 5.- Organigrama Gerencia de Seguridad y Protección Civil

- **Gerente de Seguridad y Protección Civil:** será el encargado de organizar y gestionar la seguridad de los viajeros y en las instalaciones dependientes de la línea. Será el encargado de distribuir al personal de seguridad por las instalaciones, elaboración de turnos de trabajo, etc. En caso de incidencia en la línea y requerirse la presencia de personal de protección civil externo (ejército, policía, personal sanitario, bomberos, etc.) será el encargado de ser el interlocutor con este personal.
 - **Agentes de Seguridad:** Serán los responsables de la vigilancia preventiva y de las intervenciones en caso de incidencias de seguridad. También colaboraran activamente con el personal de operación en la gestión de flujos de viajeros en estaciones y trenes y en el caso de que sea necesario la activación de los planes de emergencia. Estarán ubicados individualmente o por parejas en las distintas instalaciones de la línea. Estarán bajo vigilancia las estaciones, cocheras y talleres, edificios administrativos y trenes, también prestaran servicio como personal itinerante en estaciones y trenes. Los grupos de intervención previstos en la línea tendrán adscrito personal de seguridad.

2.1.6 Limpieza y Medio Ambiente.

La coordinación de Limpieza y Medio Ambiente tiene bajo su responsabilidad todos los aspectos relativos a la limpieza de las estaciones, trenes, patio de taller y otras dependencias administrativas de la PLMB de modo que se mantengan en unos niveles de salubridad y medioambientales de acuerdo con los niveles de calidad definidos.

La organización de esta área y los distintos puestos se muestran en la figura 6.

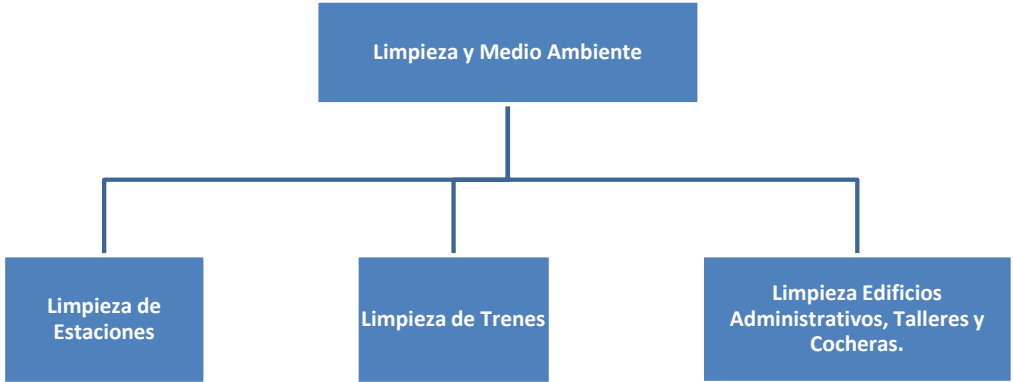


Figura 6.- Organigrama Dirección Limpieza y Medio Ambiente

- Supervisor de Limpieza y Medio Ambiente:** será el encargado de planificar y organizar al personal de limpieza distribuido por todas las instalaciones de la línea. Supervisará periódicamente el estado de las instalaciones y tomará las medidas pertinentes para el correcto estado de salubridad de las mismas. También velará por el cumplimiento de la gestión de residuos y el correcto uso medioambiental de las instalaciones de la línea.
 - Personal de Limpieza:** estará implantado en las estaciones, edificios administrativos, Puesto de Control Centralizado, talleres y cocheras. Se encargará de velar por el correcto estado de limpieza e higiene de las instalaciones y dependencias de la línea, así como de la limpieza interior del material rodante.

2.2 Personal Adscrito a Cada Área

En este apartado se va a proceder a dimensionar el personal necesario en cada uno de los puestos clave descritos anteriormente.

Primero se han de determinar las horas anuales trabajadas que realizan los trabajadores de la línea. Se han tomado las siguientes hipótesis de partida:

- Días de trabajo semanales: 6 días a la semana
- Horas de trabajo diarias: 8 horas al día. 48 horas semanales.
- Días Festivos anuales: 18 días anuales fuera de sábados y domingos.
- Días de Vacaciones anuales: 15 días naturales.
- Horas de formación anuales: 40 horas anuales
- Absentismo laboral: 7,5%

- Un año son 8.760 horas.
- Explotación comercial de la línea: 6.552 horas al año

Los datos de las horas trabajadas anualmente han sido obtenidos de (www.mintrabajo.gov.co)

Dentro de las categorías laborales descritas en el §1.3, hay dos puestos en concreto (Operador de PCC y Conductor) que requieren períodos de descanso breves durante la jornada laboral, debido al alto grado de responsabilidad que estos puestos conllevan. De las horas laborables diarias que efectúan estos trabajadores, son efectivas un porcentaje. En este estudio se ha determinado el grado de disponibilidad de las horas de estos dos empleos en el 83,33% de las horas trabajadas, es decir, de los 60 minutos que tiene una hora, están en su puesto 50 minutos.

Con estas hipótesis adoptadas, las horas anuales efectivas de trabajo en su puesto, del personal laboral de la línea serán:

- Operadores del PCC: 1.696 horas/año.
- Resto de empleados: 2.035 horas/año.

2.2.1 Oficina Técnico-Administrativa de Operación.

El personal previsto para la oficina Técnico Administrativa de Operación se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.- Personal previsto en la Oficina Técnico-Administrativa de Operación

ÁREA	AÑO 2021	AÑO 2050
Gerente Oficina Técnico-Administrativa	1	1
Secretaría	4	6
Jefe de Oficina Técnica	1	1
Gestores Técnicos	4	6
Operador de Simulación	1	1
Gestores Económicos	2	3
Operador de Ticketing y Billetaje	1	1
Gestores de Personal	5	7
TOTAL	19	26

2.2.2 Puesto de Control Centralizado (PCC).

Las necesidades de personal en el PCC es invariante a lo largo del período de explotación, ya que se ha de cubrir todos los turnos de servicio diario de todos los días de la semana, incluidos festivos, sábados y domingos.

Se ha considerado una situación estable a lo largo del período 2021 – 2050. La tabla 5 resume las necesidades de personal previstas para el PCC.

Tabla 5.- Personal previsto en el PCC.

DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL NECESARIO (AÑOS 2021 – 2050)	Horas Servicio	Horas / Persona	Puestos necesarios	Personas / puesto	Total Personas
Gerente del PCC			1	1.00	1.00
Supervisor de Sala	6 552	2 035	1	3.22	4.00
Operador de Circulación (3)	21 864	1 696	3	12.89	13.00
Operador de Ayuda al Cliente	6 552	2 035	1	3.22	4.00
Operador de Estaciones (2)	8 760	2 035	2	4.30	9.00
Operador de Mantenimiento	8 760	2 035	1	4.30	5.00
Operador de Seguridad de las Instalaciones	6 552	2 035	1	3.22	4.00
Operador de Gestión de Incidencias	8 760	2 035	1	4.30	5.00
Operador de Gestión de Emergencias	8 760	2 035	1	4.30	5.00
Operador de Energía	8 760	2 035	1	4.30	5.00
TOTAL					55

2.2.3 Personal de Estaciones y Línea.

El personal de estaciones y línea irá evolucionando en función del número de viajeros que utilizarán la línea. En función del crecimiento de la demanda, se irá incrementando el personal de atención al cliente, personal en taquillas, personal de seguridad en estaciones, etc.

Para el dimensionamiento del personal de la línea se ha dividido en 7 secciones, cada una de ellas con 4 estaciones. En cada uno de los sectores habrá personal de estaciones moviéndose por dichas secciones, así como personal de seguridad.

Para los años horizonte, el conjunto de las estaciones, en función del número de viajeros que la utilizan diariamente se han dividido en los grupos que se indican en la tabla 6.

Tabla 6.- Estaciones Tipo

ESTACIÓN TIPO	AÑO 2021	AÑO 2050
estación tipo 1 (200.000 < viaj/día)	0	3
estación tipo 2 (150.000 < viaj/día < 200.000)	0	3
estación tipo 3 (100.000 < viaj/día < 150.000)	2	7
estación tipo 4 (80.000 < viaj/día < 100.000)	3	4

estación tipo 5 (60.000 < viaj/día < 80.000)	5	2
estación tipo 6 (viaj/día < 60.000)	17	8

Teniendo en cuenta estas premisas para el dimensionamiento, el personal permanente necesario en estaciones para los dos horizontes temporales es el que se indica en la tabla 7 siguiente.

Tabla 7.- Personal Permanente por Tipo de Estación

OPERACIÓN AÑO 2021 / 2026-2029	Nº Est	Agentes / estación	Ref Agent / estación	Seg / estación	Ref Seg /Estación	Taquillas	limpieza
estación tipo 3 (> 100.000 viaj/día)	2	2	2	3	2	2	2
estación tipo 4 (80.000 < viaj/día < 100.000)	3	2	2	3	2	2	1
estación tipo 5 (60.000 < viaj/día < 80.000)	5	1	1	2	1	2	1
estación tipo 6 (viaj/día < 60.000)	17	1	1	2	1	2	1
	27	32	32	59	32	54	29

OPERACIÓN AÑO 2050	Nº Est	Agentes / estación	Ref Agent / estación	Seg / estacion	Ref Seg /Estación	Taquillas	limpieza
estación tipo 1 (200.000 < viaj/día)	3	3	3	3	3	2	3
estación tipo 2 (150.000 < viaj/día < 200.000)	3	3	3	3	3	2	2
estación tipo 3 (100.000 < viaj/día < 150.000)	7	2	2	3	2	2	2
estación tipo 4 (80.000 < viaj/día < 100.000)	4	2	2	3	2	2	1
estación tipo 5 (60.000 < viaj/día < 80.000)	2	1	1	2	1	2	1
estación tipo 6 (viaj/día < 60.000)	8	1	1	2	1	2	1
	27	50	50	71	50	54	43

Teniendo en cuenta el personal necesario en cada momento del día en las estaciones y en la línea, la plantilla necesaria para cubrir dichos puestos se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.- Personal previsto en Estaciones y Línea

DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL NECESARIO	Horas Servici o	Horas / Person a	2021			2050		
			Puestos necesario s	Persona s / puesto	Total Persona s	Puestos necesario s	Persona s / puesto	Total Persona s

Gerente de Línea y Estaciones			1	1.00	1.00	1	1.00	1.00
Coordinador de Estaciones			1	1.00	1.00	1	1.00	1.00
Coordinador de Línea			1	1.00	1.00	1	1.00	1.00
Supervisor de sección	6 552	2 035	7	3.22	23.00	7	3.22	23.00
Agente de atención al cliente	6 552	2 035	32	3.22	104.00	50	3.22	161.00
Agentes Refuerzo Atención al Cliente	2 152	2 035	32	1.06	34.00	50	1.06	53.00
Agente de Taquillas	6 552	2 035	54	3.22	174.00	54	3.22	174.00
Agente de Control del Fraude (Grupo Intervención)	6 552	2 035	8	3.22	26.00	12	3.22	39.00
Conductor					5.00			8.00
TOTAL			369			461		

2.2.4 Personal de Seguridad y Protección Civil.

Tomando como base el número de personal de seguridad en cada tipo de estación indicado en la tabla 7, se puede calcular el personal necesario para realizar las labores de seguridad y de protección civil. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.- Personal previsto para Seguridad

DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL NECESARIO	Horas Servicio	Horas / Persona	2021			2050		
			Puestos necesarios	Personas / puesto	Total Personas	Puestos necesarios	Personas / puesto	Total Personas
Gerente de Seguridad y Protección Civil			1	1.00	1.00	1	1.00	1.00
Agente de Seguridad en Estaciones	6 552	2 035	59	3.22	190.00	71	3.22	229.00
Agentes Refuerzo Seguridad en Estaciones	2 152	2 035	32	1.06	34.00	50	1.06	53.00
Agente de Seguridad en Línea	6 552	2 035	14	3.22	46.00	20	3.22	65.00
Agente de Seguridad en Instalaciones (Talleres, edif adm)	8 760	2 035	4	4.30	18.00	4	4.30	18.00
Agente de Seguridad de Control del Fraude (GI)	6 552	2 035	8	3.22	26.00	12	3.22	39.00
Agente de Protección Civil			1	1.00	1.00	1	1.00	1.00
TOTAL			316			406		

2.2.5 Personal de Limpieza y Medio Ambiente.

Tomando como base el número de personal de limpieza previsto en cada tipo de estación indicado en la tabla 6 se puede calcular el personal de limpieza necesario, añadiendo las necesidades de limpieza de las UT en las cocheras y en las cabeceras de línea y en los edificios administrativos. Dicho personal se ha resumido en la tabla 10

Tabla 10.- Personal previsto para Limpieza

DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL NECESARIO	Horas Servicio	Horas / Persona	2021			2050		
			Puestos necesarios	Personas / puesto	Total Personas	Puestos necesarios	Personas / puesto	Total Personas
Supervisor de Limpieza y Medio Ambiente			2	3.22	7.00	2	3.22	7.00
Agente de Limpieza en Estaciones	6 552	2 035	29	3.22	94.00	43	3.22	139.00
Agente de Limpieza de Trenes	6 552	2 035	6	3.22	20.00	6	3.22	20.00
Agente de Limpieza Edif. Administrativo y PCC	3 888	2 035	2	1.91	4.00	2	1.91	4.00
TOTAL			125			170		

Como resumen, la tabla 11 muestra el personal previsto en cada horizonte temporal para cada una de las áreas que constituyen la dirección de operación.

Tabla 11.- Personal de Operación

ÁREA	AÑO 2021	AÑO 2050
Gerencia de Operación (Director + Secretaria)	2	2
Oficina Técnico-Administrativa de Operación	19	26
Gerencia del Puesto de Control Centralizado (PCC)	55	55
Gerencia de Estaciones y Línea	369	461
Gerencia de Seguridad y Protección Civil	316	406
Gerencia de Limpieza y Medio Ambiente	125	170
TOTAL	886	1 120

2.3 Costes de Operación

Los costos que a continuación se van a cuantificar, se corresponden a la **Línea en Explotación** (Portal de las Américas – Calle 127) y al **Ramal Técnico**.

2.3.1 Costes de Personal

Para la determinación de los costes del personal de operación de la línea, se han tomado los costes por persona de la tabla 3, el personal adscrito a cada área operativa con su categoría profesional obteniéndose el siguiente coste de personal de operación.

Tabla 12.- Costes de Personal

ÁREA	AÑO 2021		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)

				COP)
Gerencia de Operación (Director + Secretaria)	147 869 €	378 120	147 869 €	378 120
Oficina Técnico-Administrativa de Operación	588 873 €	1 505 823	780 827 €	1 996 671
Gerencia del Puesto de Control Centralizado (PCC)	1 724 325 €	4 409 316	1 724 325 €	4 409 316
Gerencia de Estaciones y Línea	7 892 205 €	20 181 355	10 139 847 €	25 928 856
Gerencia de Seguridad y Protección Civil	6 822 798 €	17 446 747	8 703 614 €	22 256 229
Gerencia de Limpieza y Medio Ambiente	1 854 463 €	4 742 094	2 440 083 €	6 239 598
TOTAL	19 030 534 €	48 663 454	23 936 565 €	61 208 789
<i>Nota: El coste de Seguridad en las Estaciones y en la Línea podría ser asumido en parte o en su totalidad por el Estado, al igual que en experiencias similares (Transmilenio). Para el estudio de costes de operación no se ha suprimido este coste, ya que deberá ser negociado entre la PLMB y el Estado.</i>				

2.3.2 Costes de Energía

En el Anexo 2 de este estudio se determina que el consumo energía por coche* kilómetro recorrido es de 4,69 kWh / c*km.

Como en el documento R3 el recorrido total de la flota en los escenarios temporales son:

- Año 2021: **29.599.368** coches*km / año.
- Año 2026-2029: **35.777.874** coches*km / año.
- Año 2050: **46.982.034** coches*km / año

Se pueden calcular los distintos consumos de energía de tracción en cada horizonte temporal.

Para conocer el consumo de energía total de la PLMB, además del coste de tracción hay que añadirle el consumo del resto de instalaciones del sistema metro, como son las instalaciones de las estaciones, ventilación, etc.

Para cada una de las estaciones de la línea y el sistema de ventilación, se han realizado unas estimaciones de consumos en función de la potencia instalada en cada una de las estaciones y pozos de ventilación, y un coeficiente de simultaneidad de funcionamiento de las distintas instalaciones. Para obtener el consumo diario se ha multiplicado el consumo medio horario por el número total de horas de explotación a lo largo del año.

En la tabla 13 se muestran los consumos horarios obtenidos:

Tabla 13.- Consumos horarios en estaciones y pozos ventilación

	ESTACIÓN	POTENCIA INSTALADA (kW)	COEF. SIMULTANEIDAD	CONSUMO (kWh)
1	PORTAL DE LAS AMERICAS	964	0.7	521
2	CASABLANCA	525	0.7	232
3	VILLAVICENCIO	525	0.7	232
4	PALENQUE	525	0.7	232
5	KENNEDY	525	0.7	232
6	BOYACÁ	822	0.7	427
7	AV. 1º DE MAYO	525	0.7	232
8	AVENIDA 68	525	0.7	232
9	ROSARIO	525	0.7	232
10	NQS	823	0.7	427
11	SANTANDER	571	0.7	275
12	NARIÑO	571	0.7	275
13	HORTUA	341	0.7	114
14	SAN VICTORINO	341	0.7	114
15	LIMA	341	0.7	114
16	LA REBECA	824	0.7	438
17	PARQUE NACIONAL	748	0.7	377
18	GRAN COLOMBIA	659	0.7	323
19	MARLY	561	0.7	261
20	SANTO TOMAS	665	0.7	325
21	PLAZA LOURDES	750	0.7	387
22	AV. DE CHILE	725	0.7	363
23	CALLE 85	544	0.7	249
24	PARQUE 93	540	0.7	246
25	CALLE 100	657	0.7	320
26	USAQUEN	761	0.7	395
27	CALLE 127	1 364	0.7	795
	VENTILACIÓN	6 640	0.8	5 312
	TOTAL KWH			13 682
	Coef HPunta / HMedia			0.65
6552 Horas/año	TOTAL KW/AÑO			57 820 937

El coeficiente de simultaneidad de la ventilación 0,80 es debido a que las simulaciones de funcionamiento de la ventilación se han realizado para frecuencias de 90 segundos. En el año 2021 la frecuencia en Hora Punta es de 150 segundos y se aplica este coeficiente de funcionamiento y en el año 2026-29 la

frecuencia es de 130 segundos y para los cálculos de consumos se ha utilizado un coeficiente 0,90. Para el año 2050 el coeficiente de simultaneidad utilizado para los cálculos ha sido de 1,00

El coef HPunta/HMedia es un coeficiente que relaciona la frecuencia de uso en la hora punta con respecto a las frecuencias a lo largo del día medio laborable.

Finalmente, para conocer el coste de la energía consumida se ha consultado la tarifa de precios de **enero de 2015** de la empresa **CODENSA**, en la cual para el **SECTOR NO RESIDENCIAL**, una **empresa oficial e industrial sin contribución**, para una contratación **NIVEL 4 (115kV)** y sin discriminación horaria, la tarifa es de **235.4193 COP/ kWh**, es decir **0,0921 €/kWh**.

El consumo de energía prevista en la PLMB y los costes asociados se han resumido en la siguiente tabla.

Tabla 14.- Consumo de energía y costes asociados

	AÑO 2021			AÑO 2026			AÑO 2050		
	CONSUMOS (kWh)	COSTE (€)	COSTE (Mil.COP)	CONSUMOS (kWh)	COSTE (€)	COSTE (Mil.COP)	CONSUMOS (kWh)	COSTE (€)	COSTE (Mil.COP)
TRACCIÓN	114 349 892	10 531 625 €	26 930 682	137 091 965	12 626 170 €	32 286 695	181 605 003	16 725 821 €	42 770 014
NO TRACCIÓN	57 820 937	5 325 308 €	13 617 479	60 627 028	5 583 749 €	14 278 345	63 433 118	5 842 190 €	14 939 211
TOTAL	172 170 829	15 856 933 €	40 548 161	197 718 993	18 209 919 €	46 565 040	245 038 121	22 568 011 €	57 709 225

La energía de tracción en el año 2021 supone el 66% del consumo total energético del sistema. El 24% restante corresponde a los consumos derivados de las instalaciones fijas.

2.3.3 Costos derivados de la actividad.

Una partida adicional a tener en cuenta son los derivados de la actividad del personal de operación de la línea. Estos costos engloban desde el vestuario del personal de operación, los materiales de papelería necesarios en las oficinas y los productos necesarios para desarrollar las actividades de limpieza de las instalaciones.

Se han cuantificado los siguientes costos:

- Vestuario del Personal: se dotará a todo el personal de operación, que su función esté de cara al público del vestuario corporativo e identificativo de personal de metro. El coste de vestuario por persona se ha estimado en 150 €/año. En el año 2021 se han contado 798 personas y 1025 personas de cara al público en el 2050.

- Material de oficina: el costo anual por persona de material de oficina se ha estimado en 300€ por persona. En el año 2021 hay 88 personas en las oficinas, mientras que en el 2050 hay 95 personas.
- Material de limpieza: se ha cuantificado una partida alzada para cada instalación que requiera labores de limpieza de 4.500 €/año. Esta partida engloba todos los fungibles de limpieza, utensilios etc. Las instalaciones contabilizadas son las 27 estaciones de la línea, el edificio del PCC, talleres y cocheras.

MATERIALES Y APROVISIONAMIENTOS. OPERACIÓN.	AÑO 2021		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
Vestuario Personal	119 700 €	306 088	153 750 €	393 158
Materiales Oficina	26 400 €	67 508	28 500 €	72 878
Materiales Limpieza estaciones, patios, talleres y edif admin	135 000 €	345 212	135 000 €	345 212
TOTAL	281 100 €	718 808	317 250 €	811 248

2.3.4 Costes de Seguros.

El análisis de las Memorias Financieras de distintos operadores de metro como Metro de Madrid, Metro de Santiago, FGC y Metro de Medellín muestra que las primas de seguros se estructuran en los siguientes conceptos principales:

- Responsabilidad Civil
- Cobertura de Activos Operativos y Lucro Cesante por el fallo del activo
- Cobertura de Compensación, que cubre daños que se pueden producir en el bien debido a desastres naturales, actos de terrorismo, etc.

El importe del conjunto de esto conceptos oscilan entre una franja comprendida entre el 0,15 % y el 0,35% del valor declarado de los Activos materiales. En consecuencia, se adopta para este documento un valor del 0,30% del valor de los activos materiales calculados para la PLMB y que se resume en la tabla adjunta.

CONCEPTO	ACTIVO MATERIAL
	€ COP

CONCEPTO	ACTIVO MATERIAL	
	€	COP
ESTUDIOS Y DISEÑOS	-----	-----
EQUIPOS LÍNEA. INSTALACIONES NO FERROVIARIAS	686 989 €	1 756 715 749
OBRAS DE ESTRUCTURAS AFECTADAS	-----	-----
PCC	26 538 661 €	67 862 672 922
URBANISMO Y PAISAJISMO	-----	-----
DESVÍO DE REDES Y RECUPERACIÓN	-----	-----
DESVÍO DE TRÁFICO	-----	-----
ESTACIONES	173 592 169 €	443 896 875 782
TALLERES Y COCHERAS	93 078 331 €	238 012 927 671
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	105 501 885 €	269 781 507 110
SEÑALIZACIÓN	71 094 308 €	181 797 032 297
PUERTAS DE ANDÉN	40 128 203 €	102 612 830 362
COMUNICACIONES	79 884 948 €	204 275 797 783
SUPERESTRUCTURA DE VIA	34 706 069 €	88 747 757 516
MATERIAL RODANTE	442 998 192 €	1 132 801 752 925
RAMAL TÉCNICO	21 451 949 €	54 855 315 484
TOTAL	1 089 661 704 €	2 786 401 185 601

TOTAL	€	3 670 513 €	3 698 196 €	3 801 681 €
	Mil. COP	9 385 961	9456 749	9 721 373

Si se compara el valor de las primas de seguros con respecto a los costos operacionales totales determinados en el §5 de este documento, se obtiene un valor del 8,97 %.

El importe total de los seguros, desglosados en los tres principales conceptos y en los distintos horizontes temporales, se muestran en la siguiente tabla.

		2021	2026-2029	2050
Activos Operativos y Lucro Cesante	€	3 268 985 €	3 268 985 €	3 268 985 €
	Mil. COP	8 359 204	8 359 204	8 359 204
Cobertura de Compensación: Terrorismo	€	301 146 €	321 908 €	399 522 €
	Mil. COP	770 068	823 159	1 021 627
Responsabilidad Civil	€	100 382 €	107 303 €	133 174 €
	Mil. COP	256 689	274 386	340 542

3 DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO.

3.1 Organización y Funciones.

La función del mantenimiento consiste en (referencia R1) asegurar la máxima disponibilidad de las instalaciones, equipos y de los trenes necesarios para la explotación normal de la línea.

Para ello, la dirección de mantenimiento se organizará atendiendo a los tres aspectos siguientes: la naturaleza del mantenimiento, el nivel de su aplicación y el lugar donde se aplica.

La organización del mantenimiento según su naturaleza es lo más habitual ya que permite clasificarlo como mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo tiene como objetivo realizar ciertas actividades según cadencias establecidas de antemano con el fin de prevenir el fallo del equipo o instalación. El mantenimiento correctivo, en cambio, comprende un conjunto de actividades o tareas que se aplican cuando el fallo se ha producido con el fin de restaurar el equipo o la instalación afectada. Estas actividades pueden realizarse por un mismo grupo de trabajo o por grupos de trabajo distintos según cada caso en función de su complejidad y de la carga de trabajo que cada actividad lleve asociada.

Al objeto de reducir al máximo el tiempo de inmovilización del equipo, UT o instalación que se trate, el mantenimiento se organizará por niveles:

- Primer nivel: cuando se realiza directamente sobre la UT o sobre la instalación. Se trata de detectar el elemento averiado para ser sustituido de inmediato y permitir que la UT o instalación entren en servicio rápidamente.
- Segundo nivel, en el que el equipo sustituido de la UT o de la instalación se repara o revisa en un lugar de trabajo apropiado.
- Tercer nivel, cuando una parte del equipo anterior debe ser restituida requiriendo para ello el concurso del fabricante o de empresas especializadas que puedan no estar en el PLMB:

Finalmente, cada uno de los niveles de actuación anteriormente descritos suelen exigir lugares de ejecución distintos. En general, el primer nivel se realiza en el lugar donde la instalación opera habitualmente, salvo las UT para las que el primer nivel se corresponde con el taller de mantenimiento menor. El segundo nivel se realiza en los talleres o en áreas especializadas. Finalmente, el tercer nivel, tiene lugar en las instalaciones del proveedor o de un especialista del sector.

En el desarrollo organizativo que se realizará a continuación, se tendrán en cuenta cada uno de los factores anteriormente descritos.

3.1.1 Organización general.

La dirección de Mantenimiento se ha organizado en tres áreas:

- Dos áreas operativas:
 - Mantenimiento de Material Rodante, responsable del mantenimiento de los trenes y de sus equipos.
 - Mantenimiento de Infraestructuras, responsable del mantenimiento de la infraestructura, instalaciones, sistemas y edificaciones pertenecientes a la PLMB.
- Un área staff:
 - Oficina Técnica y Administrativa, de soporte a las dos anteriores y a la dirección de mantenimiento en los términos que se describirán posteriormente.

Todo ello de acuerdo con el organigrama de la figura 7.

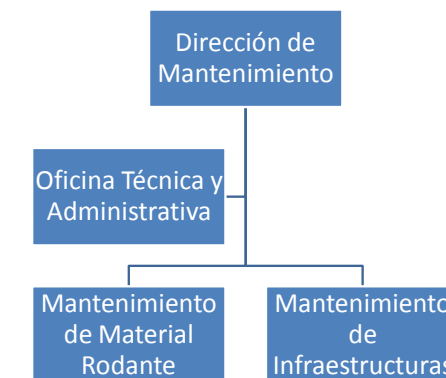


Figura 7.- Organigrama general de la Dirección de mantenimiento

3.1.2 Organización del Mantenimiento de Material Rodante.

El mantenimiento del Material Rodante tiene como función principal asegurar la disponibilidad del material rodante necesario para la adecuada explotación de la PLMB en cada uno de los horarios establecidos, al menor coste posible. Para ello, estará organizado en las siguientes áreas:

- Mantenimiento Menor.** Tendrá a su cargo el adecuado funcionamiento y la disponibilidad necesaria de los trenes mediante la práctica adecuada de las operaciones de mantenimiento

preventivo y correctivo. Realizará las tareas correspondientes al primer nivel de mantenimiento de las UT.

Se organizará en dos Secciones:

- **Sección de mantenimiento preventivo.** Su función será la descrita anteriormente. Su personal trabajará todos los días del año –incluidas las vacaciones- de lunes a sábado en las horas no punta del servicio. En caso de trabajar en el turno de noche los días serán de domingo a jueves para asegurar la disponibilidad del parque de UT necesario para la hora punta del lunes de cada semana.
 - **Sección de mantenimiento correctivo.** Su función será la descrita anteriormente. Su personal trabajará todos los días del año de lunes a domingo inclusive y en los turnos de mañana, tarde y noche. Su presencia será mayor en los turnos de los servicios no punta y de lunes a viernes.
 - **Sección de movimiento de trenes y pruebas.** Como su nombre indica será responsable del movimiento de los trenes en los talleres y en la playa de vías de los Talleres y efectuará incluso las pruebas de las UT en la vía de pruebas.
- b. **Mantenimiento mayor.** Tendrá a su cargo las revisiones y reparaciones mayores de los equipos de los trenes, así como las reparaciones derivadas de actos vandálicos y accidentes; es decir, las tareas de segundo nivel.

El personal de mantenimiento mayor trabajará de lunes a sábado, a excepción del periodo vacacional establecido y preferentemente en el turno de la mañana. Estará organizado en tres diferentes secciones de trabajo denominadas según su especialidad en las que realizará tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. Son las siguientes:

- i. **Sección de Bogies,** cuya función es revisar y reparar los bogies de los trenes.
- ii. **Sección Montaje-desmontaje.** Se cuidará del desmontaje y montaje de los diferentes equipos en las UT a fin de facilitar y racionalizar las tareas de las diferentes secciones evitando interrupciones en su actividad normal para tener que ir a la UT a realizar esta labor. Este equipo será de ayuda incluso en el mantenimiento Menor en caso de avería de bogio es y otros equipos de la UT.

iii. **Equipo Eléctrico-Electrónico,** que estará constituido por las secciones de:

- **Sección de Motores,** su función es revisar y reparar todos los motores del tren, es decir, los motores de tracción, moto compresores, los de ventilación, de puertas, etc.
- **Sección de Potencia-Auxiliares,** cuya función es revisar y reparar todos los onduladores de tracción y los convertidores auxiliares del tren.
- **Sección de Baterías,** Tiene como función revisar y reparar las baterías de los trenes.
- **Sección de Electrónica.** Su función consiste en comprobar el funcionamiento de las tarjetas electrónicas de los diferentes sistemas del tren como el sistema de control, el de megafonía, el de información al viajero, etc.; también, la reparación de los módulos de potencia mediante la sustitución de los componentes electrónicos defectuosos.

iv. **Equipo Mecano-Neumático,** constituido por las siguientes secciones:

- **Sección de Mecánica-Neumática,** cuya función es revisar y reparar los reductores, suspensiones y bloques de freno, el sistema de generación y tratamiento del aire comprimido de los trenes, tales como compresores, torres de secado, radiadores y valvulería neumática y los equipos de aire acondicionado del tren.
- **Sección de Máquina-Herramientas,** cuya función es reparar las piezas procedentes de las diferentes secciones del taller mediante maquinaria específica.
- **Sección de Poliéster e Interiorismo.** Su función es la de poner a nivel las piezas de poliéster y otras situadas en el interior del tren, como los asientos, *stores* y paneles interiores.
- **Sección de Pintura.** Su función es el pintado de todo el tren y el de ciertos componentes mediante las instalaciones adecuadas.

c. **Gestión del Almacén.** Llevará el control de la entrada y salida de los materiales y recambios utilizados por el Mantenimiento de Material Rodante, como también la recogida y selección de

residuos en los Puntos Limpios. Tendrá dependencia funcional del Responsable de la Oficina Técnica.

La figura 8 muestra el organigrama correspondiente de esta área.

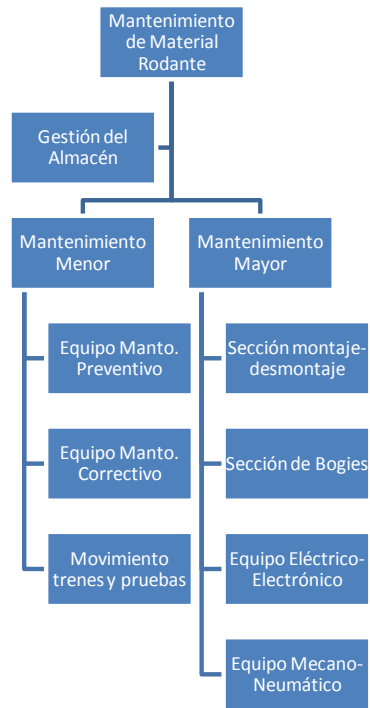


Figura 8.- Organigrama del Mantenimiento del Material Rodante

3.1.3 Organización del Mantenimiento de las Infraestructuras.

El mantenimiento de las Infraestructuras tiene como función principal asegurar la disponibilidad de la infraestructura, de las instalaciones, sistemas y edificaciones pertenecientes a la PLMB durante los horarios establecidos para el servicio, al menor coste posible. Para ello, estará organizado en las siguientes áreas:

- a. **Mantenimiento de Vía y Obra Civil**, que tiene a su cargo el mantenimiento de la vía, obra civil y edificaciones.
Estará organizada en las secciones siguientes:
 - i. **Mantenimiento de Vía.** Su función es la inspección y reparación en su caso de los elementos de la vía y de los aparatos de vía.

- ii. **Edificación y Obra Civil**, cuya función es la inspección y rehabilitación en su caso de los edificios y de la obra civil propiedad de la PLMB.
- b. **Mantenimiento de los Sistemas de Energía.** Tiene a su cargo el mantenimiento de la LAC y del suministro de la energía a la LAC y a las Estaciones y Edificios de la PLMB, Estará organizado en las secciones siguientes:
 - i. **Catenaria**, cuya función es revisar y reparar en su caso la Catenaria de la línea, de los Talleres y de las Cocheras.
 - ii. **Subcentrales de AT y Suministro de BT**, cuya función es supervisar el adecuado suministro de energía a la LAC y a las Estaciones, a partir de los Centros de Suministro de Energía del País, de los grupos de alternadores y SAI existentes en cada caso.
 - iii. **Instalaciones del Túnel**, cuya función es mantener las instalaciones de ventilación, iluminación y de detección de incendios existentes en el túnel.
- c. **Mantenimiento de los Sistemas de Señalización y Comunicaciones**, cuya función es el mantenimiento de los sistemas de señalización y de comunicaciones necesarios para la explotación del servicio de trenes en la PLMB: Estará organizado en las siguientes secciones.
 - i. **Señalización y Control de los Trenes**, cuya función es el mantenimiento de los elementos asociados a la correcta señalización y control de los trenes (CBTC) asegurando su máxima disponibilidad.
 - ii. **Comunicaciones de Voz y Datos**, cuya función es asegurar la máxima disponibilidad de todas las comunicaciones necesarias para la explotación del servicio a los trenes y a las estaciones (telefonía, megafonía, CCTV, etc).
- d. **Mantenimiento de los Equipos de Estaciones**, su función es asegurar la máxima disponibilidad de los equipos existentes en las Estaciones, incluidas las Puertas de Andén. Estará organizado en las secciones siguientes:
 - i. **Billeteaje y Control de accesos**, cuya función es el mantenimiento de las máquinas de venta de billetes y los equipamientos de control de acceso de los viajeros a las Estaciones (validadoras) como a los trenes (Puertas de Andén).

- ii. **Elementos de Transporte.** Su función es asegurar la máxima disponibilidad de las escaleras mecánicas y ascensores instalados en las Estaciones.
- iii. **Instalaciones de estaciones,** cuya función es el mantenimiento de las instalaciones existentes en las estaciones como puertas de acceso, ventilación, detección de incendios, lavabos, etc.
- e. **Gestión de Almacén.** Llevará el control de la entrada y salida de los materiales y recambios utilizados por el Mantenimiento de Infraestructuras, como también la recogida y selección de residuos de los correspondientes Puntos Limpios del área. Tendrá dependencia funcional del Responsable de la Oficina Técnica.

La figura 9 muestra el organigrama correspondiente de esta área.

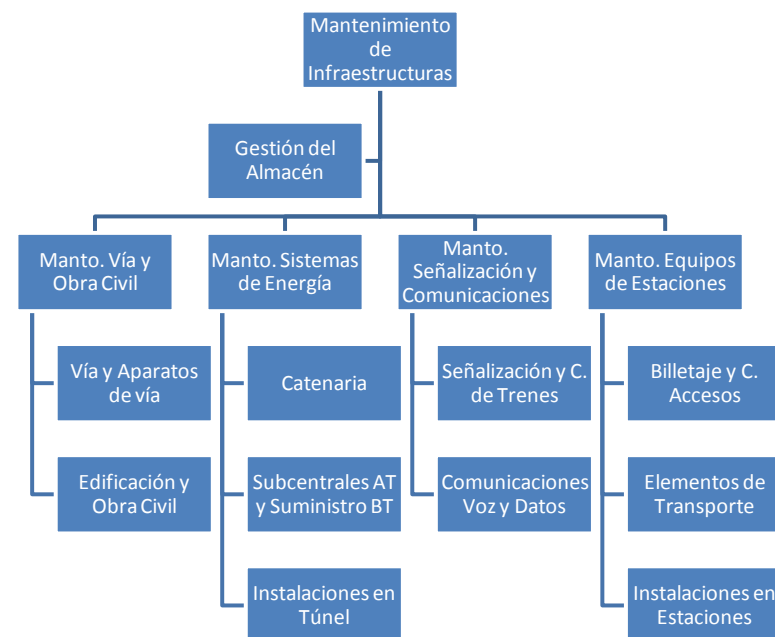


Figura 9.- Organigrama del Mantenimiento de la Infraestructura

3.1.4 Oficina Técnica y Administrativa.

Como área staff tiene como misión principal asistir en los aspectos técnicos y administrativos a la Dirección de mantenimiento y a los Departamentos de mantenimiento de Material Rodante y de Infraestructuras. Su personal trabajará de lunes a viernes en horario diurno excepto en el periodo de vacaciones.

Está organizada en las siguientes áreas.

- a. **Secretaría Administrativa,** para dar soporte administrativo a las diferentes direcciones departamentales.
- b. **Oficina Técnica.** Su función principal es dar soporte es los aspectos de gestión técnica, económica y de personal. Para ello se articulará en las tres áreas siguientes:
 - i. **Gestión Técnica,** con funciones propias de la ingeniería de mantenimiento y estará capacitada para el lanzamiento de órdenes de mantenimiento de las diferentes áreas ya sea de forma centralizada o descentralizada, seguimiento de su cumplimiento y el análisis RAMS de cada equipo, sistema o material rodante.
 - ii. **Gestión Económica,** con la función de establecer los presupuestos de explotación y de inversión de cada área y el seguimiento de su adecuado cumplimiento.
 - iii. **Gestión de Personal,** cuya función será la propia de un área de RRHH

La figura 10 muestra el organigrama correspondiente.

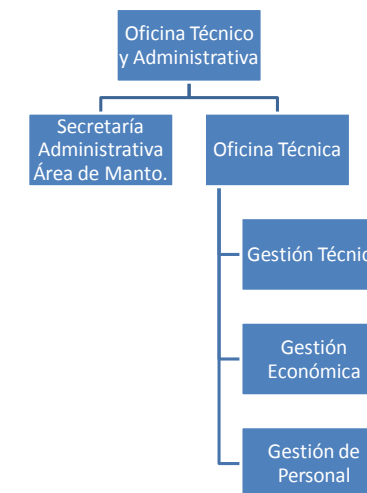


Figura 10.- Organigrama de la Oficina Técnica y Administrativa

3.2 Personal adscrito a cada área.

El personal previsto para la dirección de Mantenimiento se ha resumido en los apartados siguientes de este mismo epígrafe.

A efectos organizativos, se han previsto las siguientes categorías de las indicadas en el §1.3:

- Director de Mantenimiento
- Gerentes de Mantenimiento de Material Rodante y de Infraestructuras.
- Jefes de Servicio para ciertas áreas dependientes de las anteriores.
- Supervisor (Mando, Encargado).
- Técnico. Asimilado al Supervisor pero sin mando y con mayor conocimiento técnico.
- Agentes. Equivalen a Oficiales. Se han considerado dos niveles: cualificados (oficial de 1ª o 2ª) y agentes en general, asimilados a Oficiales de 3ª, por ejemplo.

A efectos de cálculo del personal necesario se ha considerado el día dividido en tres jornadas de trabajo de 8 h cada una denominadas: turno de mañana (TM), turno de tarde (TT) y turno de noche (TN). Además se ha previsto un turno diurno (TD) que solapa los turnos TM y TT.

El año natural se ha considerado de 365 días los cuales se han distribuido de la siguiente manera:

- 280 días laborables.
- 52 domingos.
- 15 días de vacaciones.
- 18 días festivos.

La diversidad de actividades del mantenimiento descritas en el §3.1.1 prevén las dedicaciones siguientes:

- Actividades únicamente durante los 280 días laborables.
- Actividades durante los días laborables incluidos los de vacaciones, es decir, 295 días.
- Actividades durante todos los 365 días del año.

Dado que se considera que el personal únicamente presta su dedicación durante los 280 días laborables, deberá aumentarse el número de personal previsto mediante un factor corrector superior a 1 que tenga en cuenta, los días de actividad y el absentismo indicado en el §2.2 de este documento, Estos factores son:

- Para la actividad a, el factor es igual a 1,08 [= $280/280 * 1,075$].
- Para la actividad b, el factor será igual a 1,13 [= $295/280 * 1,075$].
- Para la actividad c, el factor será igual a 1,40 [= $365/280 * 1,075$].

Todo ello se ha recogido en las tablas 15 y 17.

3.2.1 Mantenimiento del Material Rodante.

Las necesidades de personal de Mantenimiento del Material Rodante dependen fuertemente del número de trenes disponible, del número de coches por tren y del recorrido anual medio de los trenes; en definitiva de los c*km/año recorridos. En la estimación de las necesidades de personal se ha considerado tres periodos: inicial, correspondiente al año 2021, medio hacia los años 2025-2029 y final correspondiente al año 2050 en los que la flota y los c*km variarán significativamente. En cada caso, se ha considerado una situación estable, que corresponde cuando las actividades de mantenimiento menor y mayor se desarrollan normalmente.

La tabla 15 indica los turnos de trabajo y las distintas secciones de trabajo.

Tabla 15.- Turnos Personal por secciones previsto en el Mantenimiento de Material Rodante

		2021					2029					2050				
		TD	TM	TT	TN	TOTAL	TD	TM	TT	TN	TOTAL	TD	TM	TT	TN	TOTAL
GERENTE MANTENIMIENTO MATERIAL RODANTE		1				1	1				1	1				1
MANTENIMIENTO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Jefe del Servicio	1			1	1				1	1				1
		Supervisor			2	2				3	3			1	3	4
		Técnicos			2	2				3	3			1	3	4
		Agentes cualificados			10	10				15	15			5	15	20
		Agentes			6	6				9	9			3	9	12
		Torneado ruedas			2	2				2	2			2	2	4
		Soplado y Lavado bajos			2	2				2	2			2	2	4
		Total Manto. Preventiva				26					37					53
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Supervisor	1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
		Técnicos		1	1	2		1	1	1	3		2	2	2	6
MANTENIMIENTO MAYOR		Agentes cualificados	3	3	3	9		3	3	3	9		6	6	6	18
		Agentes	3	3	3	9		3	3	3	9		6	6	6	18
		Total Manto. Correctiva				34					34					62
	MOV. TRENES	Técnicos	1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
		Total Movimiento trenes y pruebas				4					4					4
		Total Mantenimiento Menor				65					76					120
	SECCIÓN MONTAJE-DES-MONTAJE	Jefe del Servicio	1			1	1				1	1				1
		Supervisor				1					1	2				2
		Agentes cualificados	6			6	6				6	12				12
		Agentes	3			3	3				3	6				6
SECCIÓN BOGIES		Total Equipo Montaje-desmontaje				10					10					21
		Supervisor	1			1	1				1	1				1
		Agentes cualificados	4			4	4				4	7				7
		Agentes	4			4	4				4	7				7
		Total Sección Bogies				9					9					17
	EQUIPOS ELÉCTRICOS-ELECTRÓNICOS	Sec. Motores														
		Supervisor	1			1	1				1	1				1
		Técnicos	1			1	1				1	1				1
		Agentes cualificados	3			3	4				4	5				5
		Agentes	3			3	4				4	5				5
EQUIPOS MECÁNICOS-NEUMÁTICOS		Sec. Potencia y Auxiliares														
		Técnicos	1			1	1				1	1				1
		Agentes cualificados	6			6	6				6	9				9
		Agentes	2			2	2				2	4				4
		Baterías														
		Agentes cualificados	2			2	2				2	3				3
		Agentes	1			1	2				2	3				3
		Laboratorio Electrónico														
		Técnicos	1			1	1				1	2				2
		Agentes cualificados	6			6	6				6	10				10
GESTIÓN DE ALMACÉN		Total Equipos Mecánicos-Neumáticos				36					41					58
		Total Mantenimiento Mayor				83					91					143
		Supervisor	1			1	1				1	1				1
		Agentes cualificados		1	1	2		1	1	1	3		2	2	2	6
		Agentes		1	1	2		2	2	2	6		2	2	2	6
		Total Gestión Almacén				9					13					17
TOTAL MANTENIMIENTO MATERIAL RODANTE		158					181					281				

La tabla 16 resume la variación de la plantilla de cada sección.

Tabla 16.- Personal previsto para el Mantenimiento de Material Rodante

ÁREA - SECCIÓN	AÑO 2021	AÑOS 2025-2029	AÑO 2050
Gerente Mantenimiento Material Rodante	1	1	1
Mantenimiento Menor			
• Jefe de Servicio	1	1	1
• Mantenimiento Preventivo	26	37	53
• Mantenimiento Correctivo	34	34	62
• Movimiento trenes y pruebas	4	4	4
Total Mantenimiento Menor	65	76	120
Mantenimiento Mayor			
• Jefe de Servicio	1	1	1
• Sección Montaje-desmontaje	10	10	21
• Sección de Bogies	9	9	17
• Equipo Eléctrico-Electrónico	27	30	46
• Equipo Mecánico-Neumático	36	41	58
Total Mantenimiento Mayor	83	91	143
Gestión Almacenes	9	13	17
Total Mantenimiento de Material Rodante	158	181	281

3.2.2 Mantenimiento de Infraestructuras.

Las necesidades de personal para el mantenimiento de las infraestructuras depende del número de estaciones, de los equipamientos previstos en las mismas, de los km de vía y catenaria en túnel y en el exterior y de las tecnologías utilizadas para la vía, la catenaria, los sistemas y los distintos sistemas de comunicaciones, principalmente. A ello se añade la necesidad de cubrir todos los turnos de servicio diarios de todos los días de la semana, incluidos festivos, sábados y domingos.

Se ha considerado una situación estable dado que la evolución del número de equipamientos en estaciones y de sistemas de comunicaciones será poco significativa a lo largo de los años. La tabla 17 resume las necesidades previstas para cada sección y por turnos de trabajo.

Tabla 17.- Personal previsto por turnos y áreas para el mantenimiento de Infraestructuras

		TD	TM	TT	TN	TOTAL	Grupos	Grupos	OBSERVACIONES	TOTAL	FACTOR	FACTOR	TOTAL	PARCIAL
GERENTE MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURAS	Gerente	1				1				1			1	
	Total Dirección	1	0	0	0	1				1			1	1
VÍA Y OBRA CIVIL	Jefe del Servicio	1				1	Via	Maq auscult		1	1.00		1	1
Manto. Vía	Supervisor	1			1	2	1	1	Brigada de Vía	2	1.00	1.00	2	
	Técnicos				1	1		1	de La D	1	1.40	1.13	1	
	Agentes cualificados		2	2	4	8	6	2	Maq Auscult	8	1.40	1.13	11	
	Agentes		2	2	6	10	6	2	de La S	10	1.40	1.13	11	
	Total Mantenimiento Vía	1	4	4	12	21				21				25
Manto. Edificios y Obra Civil	Supervisor	1				1				1			1	
	Técnicos	1				1			de La S	1	1.13		1	
	Agentes cualificados	2				2				2	1.13		2	
	Agentes	2				2				2	1.13		2	
	Total Mantenimiento Obra Civil	6	0	0	0	6				6				5
	Total Mantenimiento Vía y Obra Civil	8	4	4	12	28				28			31	31
MANTENIMIENTO SISTEMAS DE ENERGÍA	Jefe del Servicio	1				1				1	1.00		1	1
Manto. de la Catenaria	Supervisor	1				1				1	1.00		1	
	Técnicos				1	1			de La D	1	1.40		1	
	Agentes cualificados		1	1	1	3				3	1.40		4	
	Agentes		2	2	4	8				8	1.40		11	
	Total Mantenimiento Catenaria	1	3	3	6	13				13				17
Manto Subcentrales AT y Suministro BT	Supervisor	1				1			de La D	1	1.00		1	
	Técnicos				1	1				1	1.40		1	
	Agentes cualificados		1	1	2	4				4	1.40		6	
	Agentes		2	2	4	8				8	1.40		11	
	Total Mantenimiento Subcentrales AT y Suministro BT	1	3	3	7	14				14				19
Manto Instalaciones en Túnel	Supervisor	1				1			de La D	1	1.00		1	
	Técnicos				1	1				1	1.40		1	
	Agentes cualificados		1	1	1	3				3	1.40		4	
	Agentes		2	2	6	10				10	1.40		14	
	Total Manto Instalaciones en Túnel	1	3	3	8	15				15				20
	Total Mantenimiento Sistemas de Energía	4	9	9	21	43				43			57	57
SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES	Jefe del Servicio	1				1				1	1.00		1	1
Señalización y Control de Trenes	Supervisor	1				1				1	1.00		1	
	Técnicos		1	1	1	3			de La D	3	1.40		4	
	Agentes cualificados		2	2	2	6				6	1.40		8	
	Agentes													
	Total Mantenimiento Señalización y Control de Trenes	1	3	3	3	10				10				13
Comunicaciones Voz y Datos	Supervisor	1				1			de La D	1	1.40		1	
	Técnicos	1				1				1	1.40		1	
	Agentes cualificados		2	2	2	6				6	1.40		8	
	Agentes													
	Total Mantenimiento Comunicaciones Voz y Datos	2	2	2	2	8				8				10
	Total Mantenimiento Sistemas	4	5	5	5	19				19			24	24
MANTO. EQUIPOS ESTACIONES	Jefe del Servicio	1				1				1	1.00		1	1
Manto. Billetaje y Control de Accesos	Supervisor	1				1			de La S	1	1.00		1	
	Técnicos		1	1	1	3			de La D	3	1.40		4	
	Agentes cualificados		4	4	4	12				12	1.40		17	
	Agentes		4	4	4	12				12	1.40		17	
	Total Manto Equipos Billetaje y Control de Accesos	1	9	9	9	28				28				39
Manto. Elementos de Transporte	Supervisor	1				1			de La S	1	1.00		1	
	Técnicos	1	2	2	2	7	3	3	de La D	7	1.40		10	
	Agentes cualificados		4	4	4	12	6	6		12	1.40		17	
	Agentes		8	8	8	24	12	12		24	1.40		34	
	Total Mantenimiento Elementos de Transporte	2	14	14	14	44				44				62
Manto. Instalaciones en Estaciones	Supervisor	1				1			de La S	1	1.00		1	
	Técnicos	1				1			de La D	1	1.40		1	
	Agentes cualificados		2	2	2	6				6	1.40		8	
	Agentes		2	2	2	6				6	1.40		8	
	Total Mantenimiento Instalaciones Estaciones	2	4	4	4	14				14				18
	Total Mantenimiento Equipos de Estaciones	6	27	27	27	87				87			120	120
GESTION ALMACÉN	Jefe del Servicio	1				1			de La S	1	1.00		1	
	Supervisor	1				1				1	1.40		1	
	Técnicos		2	2	2	6			de La D	6	1.40		8	
	Agentes cualificados		3	3	3	9				9	1.40		13	
	Agentes		2	5	5	17				17			23	23
TOTAL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA														256

Tabla 18.- Personal previsto para el mantenimiento de Infraestructuras

ÁREA - SECCIÓN	AÑO 2021-2050
Gerente Mantenimiento Infraestructuras	1
Mantenimiento Vía y Obra Civil	
• Jefe de servicio	1
• Vía	25
• Mantenimiento Edificios y Obra Civil	5
Total Mantenimiento Vía y Obra Civil	31
Mantenimiento Energía	
• Jefe de servicio	1
• Mantenimiento Catenaria	17
• Subcentrales AT y Suministro BT	19
• Manto. Instalaciones en túnel	20
Total Mantenimiento Sistemas de Energía	57
Sistemas Señalización y Comunicaciones	
• Jefe de servicio	1
• Señalización y Control de Trenes	13
• Comunicaciones de Voz y Datos	10
Total Señalización y Comunicaciones	24
Manto. Equipos Estaciones	
• Jefe de servicio	1
• Billetaje y Control Accesos	39
• Elementos de Transporte	62
• Instalaciones en Estaciones	18
Total Manto. Equipos Estaciones	120
Gestión Almacenes	23
Total Mantenimiento de Infraestructuras	256

3.2.3 Oficina Técnica y Administrativa.

Se ha previsto un aumento de las necesidades de personal a lo largo del periodo de operación hasta alcanzar un máximo en el periodo final del año 2050 debido al aumento de personal previsto en las áreas de mantenimiento y el mayor número previsto para los trenes y los equipos. La tabla 19 muestra un resumen por secciones.

Tabla 19.- Personal previsto para la Oficina Técnico-Administrativa de Mantenimiento

ÁREA - SECCIÓN	AÑO 2021	AÑO 2050
Gerente Oficina Técnico-Administrativa	1	1
Secretaría	4	6
Oficina Técnica		
• Jefe de Oficina	1	1
• Gestión Técnica	9	13
• Gestión Económica	7	9
• Gestión de Personal	5	7
Total Oficina Técnica	22	30
Total Oficina Técnico-Económica	27	37

- **Costes de los Consumos de materiales.** Se corresponden a los materiales consumidos durante la actividad de mantenimiento, tal y como se describe en el §6.2.2.
- **Costes de Reparaciones y conservación.** Los costos por Reparaciones y conservación comprenden los gastos de sostenimiento de los activos materiales de la empresa tal y como se describe en el §6.2.4.
- **Costos derivados de la actividad.** Son los costes de vestuario y materiales de papelería, fungibles, etc. del personal de la dirección de mantenimiento.

En los siguientes apartados se resumirán los costes anteriormente indicados.

3.3.1 Costes de personal.

Para cada área, se deducirá del número de personas y de su cualificación teniendo en cuenta en este caso los valores indicados en la referencia R2 actualizados al año 2015. Los costes se han resumido en la tabla siguiente.

3.2.4 Resumen de necesidades de personal.

La tabla 20 resume las necesidades de personal descritas en los apartados anteriores.

Tabla 20.- Personal previsto para la Dirección de Mantenimiento

ÁREA - SECCIÓN	AÑO 2021	AÑOS 2025-2029	AÑO 2050
Dirección de Mantenimiento	1	1	1
Mantenimiento de Material Rodante	158	181	281
Mantenimiento de Infraestructuras	256	256	256
Oficina Técnico-Económica	27	27	37
Total Dirección de Mantenimiento	442	465	575

Tabla 21.- Costes de Personal de la Dirección de mantenimiento

COSTOS DE PERSONAL MANTENIMIENTO	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
Dirección de Mantenimiento	117 124 €	299 501	117 124 €	299 501	117 124 €	299 501
Mantenimiento de Material Rodante	3 644 671 €	9 319 879	4 117 234 €	10 528 281	6 238 805 €	15 953 403
Mantenimiento de Infraestructuras	5 554 443 €	14 203 404	5 554 443 €	14 203 404	5 554 443 €	14 203 404
Oficina Técnico - Económica	817 103 €	2 089 433	817 103 €	2 089 433	1 092 019 €	2 792 428
TOTAL	10 133 340 €	25 912 217	10 605 903 €	27 120 619	13 002 390 €	33 248 736

3.3 Costes de mantenimiento.

Los costos que a continuación se van a cuantificar, se corresponden a la **Línea en Explotación** (Portal de las Américas – Calle 127) y al **Ramal Técnico**.

Los costes de mantenimiento se derivan de la propia actividad de mantenimiento y por tanto son de la siguiente naturaleza:

- **Costes de Personal**, en función de las categorías consideradas y el número de personas adscritas a cada categoría, según se ha descrito en el §1.3, §3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 anteriores.

3.3.2 Costes de los Consumos de materiales.

A continuación se enumerarán los criterios empleados en cada caso y al final se hará un resumen en la tabla correspondiente.

- **Material Rodante.** Los Costes debidos a los Consumos de materiales y a los de Reparaciones y conservación suelen ser de 102 € / 1000 c*km, con un reparto aproximado del 30% para los Consumos de materiales (es decir, 30,6 € / 1000 c*km) y del 70% para los Reparaciones y

conservación (es decir, 71,4 € / 1000 c*km). Los costes resultantes se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 22.- Costes de Consumos de materiales y de Reparaciones y conservación del Material Rodante

	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
Recorrido en c*km previsto	29 599 368		35 777 874		46 982 034	
COSTOS DE CONSUMO DE MATERIALES Y REPARACIONES Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL RODANTE	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
COSTO CONSUMO DE MATERIALES						
Coste Unitario (/ 1000 c*km)	30.60 €	78	30.60 €	78	30.60 €	78
Coste total (/ año)	905 741 €	2 316 092	1 094 803 €	2 799 548	1 437 650 €	3 676 251
COSTO REPARACIONES Y CONSERVACIÓN						
Coste Unitario (/ 1000 c*km)	71.40 €	183	71.40 €	183	71.40 €	183
Coste total (/ año)	2 113 395 €	5 404 215	2 554 540 €	6 532 279	3 354 517 €	8 577 920
TOTAL	3 019 136 €	7 720 307	3 649 343 €	9 331 827	4 792 167 €	12 254 171

- Talleres y Cocheras.** Los talleres y Cocheras tienen unos costes de mantenimiento asociados a su funcionamiento los cuales se han distribuido en dos apartados: los Consumos de materiales, que incluyen los consumibles más los combustibles utilizados en la calefacción y los Reparaciones y conservación, que incluye la reparación y/o conservación de los equipos especiales (torno rodero, cabinas de pintura, puentes grúa, etc.) por personal experto ajeno a la PLMB. Se ha mantenido un coste anual constante ya que el aumento del número de trenes no supondrá un incremento significativo en el coste de los materiales vinculados al equipamiento del propio taller. El valor estimado es de 401.000 €/año, distribuidos en 245.800 €/año para los Consumos de materiales y los 155.200 €/año restantes para los costes de Reparaciones y conservación.

Las dos partidas de costes descritas corresponden a Mantenimiento de Material Rodante, por lo que puede resumirse según los datos de la tabla siguiente:

Tabla 23.- Costes de los Consumos de materiales y de Reparaciones y conservación del Área de Mantenimiento de Material Rodante

	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
COSTOS DE MATERIALES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
MATERIAL RODANTE						
Coste Consumos de materiales	905 741 €	2 316 092	1 094 803 €	2 799 548	1 437 650 €	3 676 251
Coste Reparaciones y conservación	2 113 395 €	5 404 215	2 554 540 €	6 532 279	3 354 517 €	8 577 920
Coste Total para el Material Rodante (/ año)	3 019 136 €	7 720 307	3 649 343 €	9 331 827	4 792 167 €	12 254 171
TALLERES Y COCHERAS						
Coste Consumos de materiales	245 800 €	628 541	245 800 €	628 541	245 800 €	628 541
Coste Reparaciones y conservación	155 200 €	396 866	155 200 €	396 866	155 200 €	396 866
Coste Total para Talleres y Cocheras (/ año)	401 000 €	1 025 407	401 000 €	1 025 407	401 000 €	1 025 407
TOTAL	3 420 136 €	8 745 714	4 050 343 €	10 357 234	5 193 167 €	13 279 578

- Vía.** Se estima en 2.500 €/km vía doble el coste del consumo de materiales de materiales necesarios para el mantenimiento. Dado que la PLMB tendrá en principio 31,64 km (según R3 incluyendo el ramal técnico y los fondos de saco tras la estación de Calle 127), el coste anual será de 79.100 €/año.
- Maquinaria de vía.** Se ha estimado en 800 €/km el coste de mantenimiento de la maquinaria de vía distribuidos un 40% en Consumo de materiales para las revisiones internas y un 60% para Reparaciones y conservación. En total, los costes anuales previstos serán:

km vía	31,64	
Consumo de materiales	320 €/km	10.125 €/año
Reparaciones exterior	480 €/km	15.187 €/año
- Catenaria.** Se estima el Consumo de materiales necesario en 700 €/km de vía doble, por lo que el coste anual será de: 31.64 km x 700 €/km = 22.148 €/año

- **Maquinaria de catenaria.** Se estima en 210 €/km*año el coste de los Consumos de materiales necesarios, es decir, 31,64 km x 210 = 6.644 €/año.
- **Subcentrales AT y Suministro en BT.** Se estima en 2.920 €/subcentral inicialmente que aumentará a 4.380 €/subcentral en 2050 por el aumento de equipos. El coste total anual se resume a continuación:

	año 2021	año 2050
coste unitario (€/subcentral)	2.920	4.380
número de subcentrales	14	14
Total Consumo de materiales (€/año)	40.880	61.320

- **Instalaciones en túnel.** Se ha estimado en unos 600 €/km el coste del Consumo de materiales de las instalaciones no ferroviarias existentes en el túnel, tales como ventilación, iluminación, etc. El coste anual será, por tanto, de: 26,23 km x 600 €/km = 15.738 €/año.
- **Instalaciones en viaducto:** Se ha estimado en unos 300 €/km el coste del Consumo de materiales de materiales de las instalaciones no ferroviarias existentes en el viaducto, tales como barandillas, pasillos, etc. El coste anual será, por tanto, de 4,59 km x 300 €/km = 1.377 €/año.
- **Mantenimiento sifones estaciones:** para los 3 sifones proyectados, de cuyo mantenimiento se encargará la PLMB, se ha estimado un coste de mantenimiento por metro lineal de conducción de 24 €/ml. La longitud total de tuberías es de 93 m. Además se ha estimado un coste de transporte a vertedero de los residuos producto de la limpieza de dichas instalaciones de 9€/m³. El volumen total estimado anualmente de retirada es de 60 m³ de residuos.
- **Billeteaje y Control de Accesos.** Los costes de los diferentes componentes de esta área se han resumido en la tabla siguiente junto con la indicación de las unidades previstas en el momento actual para su funcionamiento.

Tabla 24.- Costes de Consumo de materiales y de Reparaciones y conservación del Área de Mantenimiento de Billeteaje y Control de Accesos

COSTES DE MATERIALES DEL ÁREA DE BILLETEAJE Y CONTROL DE ACCESOS	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
BILLETEAJE						
Nº de Máquinas	281		281		300	
Coste Consumo de materiales	400 €	1 023	400 €	1 023	400 €	1 023
Coste Reparaciones y conservación	600 €	1 534	600 €	1 023	600 €	1 023
Coste Total para Billeteaje	281 000 €	718 552	281 000 €	718 552	300 000 €	767 138
CONTROL DE ACCESOS						
Nº de Máquinas	323		323		463	
Coste Consumo de materiales	80 €	205	80 €	205	80 €	205
Coste Reparaciones y conservación	160 €	409	160 €	409	160 €	409
Coste Total para Control de Accesos	77 520 €	198 228	77 520 €	198 228	111 120 €	284 148
TOTAL	358 520 €	916 780	358 520 €	916 780	411 120 €	1 051 285

- **Elementos de Transporte.** Lo constituyen fundamentalmente las escaleras mecánicas y los ascensores. La tabla siguiente resume los costes de material asignados así como el número de elementos previstos.

Tabla 25.- Costes de Consumo de materiales y de Reparaciones y conservación del mantenimiento de Escaleras mecánicas y Ascensores

COSTES DE MATERIALES DEL ÁREA DE ESCALERAS MECÁNICAS Y ASCENSORES	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
ESCALERAS MECÁNICAS						
Nº de Escaleras	410		410		410	
Coste Consumo de materiales	800 €	2 046	800 €	2 046	800 €	2 046
Coste Reparaciones y conservación	130 €	332	130 €	2 046	130 €	2 046
Coste Total para Billeteaje	381 300 €	975 032	381 300 €	975 032	381 300 €	975 032
ASCENSORES						

COSTES DE MATERIALES DEL ÁREA DE ESCALERAS MECÁNICAS Y ASCENSORES	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
Nº de Ascensores	150		150		150	
Coste Consumo de materiales	560 €	1 432	560 €	1 432	560 €	1 432
Coste Reparaciones y conservación	100 €	256	100 €	256	100 €	256
Coste Total para Control de Accesos	99 000 €	253 155	99 000 €	253 155	99 000 €	253 155
TOTAL	480 300 €	1 228 187	480 300 €	1 228 187	480 300 €	1 228 187

- Instalaciones de Estaciones.** Se ha estimado en unos 3.000 €/estación el coste de las instalaciones no ferroviarias existentes en las estaciones, tales como ventilación, iluminación, aire acondicionado despachos, aseos, etc., repartidos el 80% para el Consumo de materiales y el 20% para los costes de Reparaciones y conservación. El coste anual será, por tanto, de: 27 estaciones x 2.400 €/estación = 64.800 €/año para Consumo de materiales y 27 estaciones x 600 €/estación = 16.200 €/año para Reparaciones y conservación.
- Señalización ferroviaria.** Los costes de materiales derivados del mantenimiento de la señalización ferroviaria se ha estimado en 10.050 €/enclavamiento, con una distribución del 40% a Consumo de materiales (4.020 €) y el 60% restante a los costes de Reparaciones y conservación (6.030 €). De acuerdo con el documento R4, se considera un total de 16 instalaciones entre enclavamientos y controladores de objetos a lo largo de toda la línea. El coste de mantenimiento será:

número de entidades	16
coste unitario (€/entidad)	10.050
• Consumo de materiales (920 €)	64.320
• Reparaciones y conservación (1.380 €)	96.480

Comunicaciones. Se ha asignado un coste de 1.735 €/edificación y se han considerado 27 estaciones; el coste de materiales total será de 1.041 x 27 = 28.107 €/año, y el de los Servicios externos será de 694 x 27 = 18.738 €/año. Además debe añadirse el mantenimiento específico del PPCC y PCL que se estima en 23.100 €/año para Consumo de materiales y de 23.100 €/año para Reparaciones y conservación realizados por parte del Suministrador del sistema CBTC.

Las partidas anteriormente descritas corresponden a Mantenimiento de Infraestructuras, por lo que puede resumirse según los datos de la tabla siguiente.

Tabla 26.- Costes de Consumo de materiales y de Reparaciones y conservación del Área de Mantenimiento de Infraestructuras

COSTES DE MATERIALES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS		AÑO 2021			AÑO 2050		
		Consumo de materiales	Reparaciones y conservación	TOTAL	Consumo de materiales	Reparaciones y conservación	TOTAL
VÍA	€	79 100 €		79 100 €	79 100 €		79 100 €
	Mil. COP	202 269		202 269	202 269		202 269
MAQUINARIA DE VÍA	€	10 125 €	15 187 €	25 312 €	10 125 €	15 187 €	25 312 €
	Mil. COP	25 890	38 836	64 726	25 890	38 836	64 726
CATENARIA	€	22 148 €		22 148 €	22 148 €		22 148 €
	Mil. COP	56 635	0	56 635	56 635	0	56 635
MAQUINARIA DE CATENARIA	€	6 644 €		6 644 €	6 644 €		6 644 €
	Mil. COP	16 991	0	16 991	16 991	0	16 991
SUBCENTRALES AT Y CONSUMO DE MATERIALES BT	€	40 880 €		40 880 €	61 320 €		61 320 €
	Mil. COP	104 535	0	104 535	156 803	0	156 803
INSTALACIONES TÚNEL	€	15 738 €		15 738 €	15 738 €		15 738 €
	Mil. COP	40 244	0	40 244	40 244	0	40 244
INSTALACIONES VIADUCTO	€	1 377 €		1 377 €	1 377 €		1 377 €
	Mil. COP	3 521	0	3 521	3 521	0	3 521
INSTALACIONES DRENAJE (SIFONES).	€	2 756 €		2 756 €	2 756 €		2 756 €
	Mil. COP	7 047		7 047	7 047		7 047
BILLETEJE Y CONTROL DE ACCESOS	€	138 240 €	220 280 €	358 520 €	157 040 €	254 080 €	411 120 €
	Mil. COP	353 497	563 283	916 780	401 571	649 714	1 051 285
ELEMENTOS DE TRANSPORTE EN ESTACIONES	€	412 000 €	68 300 €	480 300 €	412 000 €	68 300 €	480 300 €
	Mil. COP	1 053 536	174 652	1 228 187	1 053 536	174 652	1 228 187
INSTALACIONES ESTACIONES	€	64 800 €	16 200 €	81 000 €	64 800 €	16 200 €	81 000 €
	Mil. COP	165 702	41 425	207 127	165 702	41 425	207 127
SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA	€	64 320 €	96 480 €	160 800 €	64 320 €	96 480 €	160 800 €
	Mil. COP	164 474	246 711	411 186	164 474	246 711	411 186
COMUNICACIONES	€	28 107 €	18 765 €	46 872 €	28 107 €	18 765 €	46 872 €
	Mil. COP	71 873	47 984	119 858	71 873	47 984	119 858
PCC	€	23 100 €	23 100 €	46 200 €	23 100 €	23 100 €	46 200 €
	Mil. COP	59 070	59 070	118 139	59 070	59 070	118 139
TOTAL	€	909 335 €	458 312 €	1 367 647 €	948 575 €	492 112 €	1 440 687 €
	Mil. COP	2 325 283	1 171 962	3 497 245	2 425 625	1 258 392	3 684 017

Como resumen la tabla siguiente recoge los costes relativos de los Consumos de materiales asociados a la Dirección de mantenimiento durante cada uno de los periodos estudiados a partir de los datos obtenidos en las tablas 21 y 24.

Tabla 27.- Resumen de los costes de los Consumos de materiales de la Dirección de Mantenimiento en cada periodo

COSTES DE CONSUMO DE MATERIALES DE LA DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE						
Coste Consumo de materiales	1 151 541 €	2 944 633	1 340 603 €	3 428 089	1 683 450 €	4 304 793
MANTENIMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS						
Coste Consumo de materiales	909 335 €	2 325 283	909 335 €	2 325 283	948 575 €	2 425 625
TOTAL	2 060 876 €	5 269 917	2 249 938 €	5 753 373	2 632 025 €	6 730 418

3.3.3 Costes de Reparaciones y conservación.

El coste de las Reparaciones y conservación para cada una de las direcciones de mantenimiento se encuentra descrito en el §3.3.2 y se recoge en las tablas 20 y 23. Un resumen de dicho coste se encuentra en la tabla siguiente.

Tabla 28.- Resumen de los costes de Reparaciones y conservación de la Dirección de Mantenimiento en cada periodo

COSTES DE REPARACIONES Y CONSERVACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE						
Coste Reparaciones y conservación	2 268 595 €	5 801 081	2 709 740 €	6 929 144	3 509 717 €	8 974 786
MANTENIMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS						
Coste Reparaciones y conservación	458 312 €	1 171 962	458 312 €	1 171 962	492 112 €	1 258 392
TOTAL	2 726 907 €	6 973 042	3 168 052 €	8 101 106	4 001 829 €	10 233 178

3.3.4 Costos derivados de la actividad.

Una partida adicional a tener en cuenta son los derivados de la actividad del personal de mantenimiento de la línea. Estos costos engloban desde el vestuario del personal de operación, hasta los materiales de papelería necesarios en las oficinas.

Se han cuantificado los siguientes costos:

- Vestuario del Personal: se dotará a todo el personal de mantenimiento del vestuario necesario para el desarrollo de su trabajo en condiciones de seguridad, higiene y salud en el puesto de trabajo. El coste de vestuario por persona se ha estimado en 200 €/año. En el año 2021 se han contado 454 personas; 477 en el 2025 y 577 en el 2050.
- Material de oficina: el costo anual por persona de material de oficina se ha estimado en 300€ por persona. En el año 2021 hay 35 personas en las oficinas, mientras que en el 2050 hay 45 personas.

MATERIALES Y APROVISIONAMIENTOS MANTENIMIENTO.	AÑO 2021		AÑO 2025-2029		AÑO 2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
Vestuario Personal	90 800 €	232 187	95 400 €	243 950	115 400 €	295 092
Materiales Oficina	10 500 €	26 850	10 500 €	26 850	13 500 €	34 521
TOTAL	101 300 €	259 037	105 900 €	270 800	128 900 €	329 613

4 GESTIÓN DEL RECAUDO

En este informe, la gestión del recaudo se realiza por medios propios a través de los empleados del metro.

La recaudación de las máquinas expendedoras se realizará mediante guardias de seguridad armados, que junto al agente comercial de la estación abrirán las máquinas, sustituirán las cajas con los fondos recaudados y transportarán dichas cajas hasta un furgón blindado. Una vez realizada la recaudación de todas las estaciones, las cajas con la recaudación se depositarán en las dependencias del edificio administrativo para su manipulación y posteriormente ingreso de fondos en las entidades bancarias. Todos los traslados de fondos se realizarán mediante furgón blindado.

Los costes de la manipulación y transporte del recaudo se ha estimado de acuerdo con la siguiente tabla:

	PUESTOS	PERSONAS	COSTE/PERSONA	COSTE TOTAL
AGENTE SEGURIDAD	3	4	26 190 €	104 761 €
			66 972 Mil. COP	267 887 Mil. COP
MANIPULACIÓN RECAUDO	2	3	26 190 €	78 571 €
			66 972 Mil. COP	200 915 Mil. COP
FURGON BLINDADO	1	1	750 € / Día	273 750 €
			1 918 Mil. COP	700 013 Mil. COP
TOTAL / AÑO				451 218 €
				1 153 822 Mil. COP

En el caso de gestionarse el recaudo mediante un sistema de gestión integrado con otros medios de transporte, se producirían los siguientes cambios:

El mantenimiento de las máquinas expendedoras de boletos pasaría a manos de la entidad gestionadora.

- El recaudo de las máquinas se realizaría con personal de la entidad gestionadora.
- El transporte del dinero recaudado se realizaría con personal de la entidad gestionadora.
- Por tanto, los costes derivados de estas actividades que realizaría la entidad gestionadora habría que eliminarlos de los costes de este informe.

Por contrapartida, habría que incluir un coste derivado de la gestión del recaudo, que en el caso de realizarse a través de Transmilenio está estipulado en la actualidad en un 4% del coste del boleto.

En este informe no se ha incluido esta variante, ya que este coste de gestión será función directa del número de viajeros que utilicen el sistema metro año a año.

5 RESUMEN DE COSTES Y RATIOS ASOCIADOS.

En la tabla 29 se resumen los costes totales obtenidos.

Tabla 29.- Resumen de Costes

	2021		2025-2029		2050	
	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)	COSTOS (€)	COSTOS (Mil. COP)
COSTES DE OPERACIÓN	39 290 299 €	100 470 205 €	41 670 967 €	106 557 872 €	51 074 725 €	130 604 457 €
Costes de Personal	19 030 534 €	48 663 454	19 030 534 €	48 663 454	23 936 565 €	61 208 789
Costes de Energía	15 856 933 €	40 548 161	18 209 919 €	46 565 040	22 568 011 €	57 709 225
Costos derivados de la actividad	281 100 €	718 808	281 100 €	718 808	317 250 €	811 248
Costos de Seguros	3 670 513 €	9 385 961	3 698 196 €	9 456 749	3 801 681 €	9 721 373
Costos de Gestión del Recaudo	451 218 €	1 153 822	451 218 €	1 153 822	451 218 €	1 153 822
COSTES DE MANTENIMIENTO	15 022 423 €	38 414 213	16 129 793 €	41 245 897	19 765 145 €	50 541 945
Costos de Personal	10 133 340 €	25 912 217	10 605 903 €	27 120 619	13 002 390 €	33 248 736
Costos de Consumo Materiales	2 060 876 €	5 269 917	2 249 938 €	5 753 373	2 632 025 €	6 730 418
Costos de Reparaciones y Conservación	2 726 907 €	6 973 042	3 168 052 €	8 101 106	4 001 829 €	10 233 178
Costos derivados de la actividad	101 300 €	259 037	105 900 €	270 800	128 900 €	329 613
COSTES TOTALES EXPLOTACIÓN	54 312 721 €	138 884 418	57 800 760 €	147 803 770	70 839 870 €	181 146 402

Para la obtención de los ratios indicados en los términos de referencia se necesitan los datos auxiliares indicados en la tabla 30. Estos datos están extractados del documento de Referencia R3

Tabla 30.- Datos Básicos

DATOS BÁSICOS	AÑO 2021	AÑOS 2025-2029	AÑO 2050
Total empleados	1 328	1 351	1 695
Total km línea (con ramal técnico)	31,64	31,64	31,64
Total km en explotación (R3)	26,23	26,23	26,23
Total estaciones (R3)	27	27	27
Coches*km / año (R3)	29.599.368	35.777.874	46.982.034
Viajeros / día (R3)	764 960	963 850	1 448 970
Viajeros / año (R3)	229 488 000	289 154 880	434 691 000
Horas totales tren (R3)	140 528	169 666	221 363
nº trenes (R3)	40	47	66
nº coches (R3)	240	282	396

DATOS BÁSICOS	AÑO 2021	AÑOS 2025-2029	AÑO 2050
Nota: En el documento R3, se propone la compra de 47 trenes de 6 coches al inicio de la explotación en el 2021. Los cálculos se realizan con 40 trenes de 6 coches, ya que en el 2021 sólo harán el recorrido de 40 y consumirán como 40 trenes.			

Con los costes obtenidos y los datos auxiliares necesarios se ha procedido a la obtención de los siguientes ratios para los distintos horizontes temporales.

Tabla 31.- Ratios de la producción ferroviaria

RATIOS		AÑO 2021	AÑOS 2025-2029	AÑO 2050
Viajeros / km		8 749 066	11 023 823	16 572 284
viajeros.km / 1000 plazas km		612.56	639.10	736.39
Empleados / km de red		41.97	42.70	53.57
Empleados / estación		49.19	50.04	62.78
Empleados Totales / Millones Viajeros Año		5.79	4.67	3.90
Coches.km totales / nº de coches		123 331	126 872	118 642
Coches.km totales / empleados totales		22 289	26 483	27 718
Costos explotación / empleado	(€)	29 586.07 €	30 844.54 €	30 132.58 €
	(Mill. COP)	75 655	78 873	77 053
Costos explotación / coche.km total	(€)	1.33 €	1.16 €	1.09 €
	(Mill. COP)	3.39	2.98	2.78
Coste total de personal / empleados	(€)	21 960.75 €	21 936.67 €	21 792.89 €
	(Mill. COP)	56 156	56 095	55 727
Costos totales / coche km total	(€)	1.83 €	1.62 €	1.51 €
	(Mill. COP)	4.69	4.13	3.86
Costos de explotación / horas totales tren	(€)	279.67 €	245.61 €	230.73 €
	(Mill. COP)	715	628	590
Costos totales / horas totales tren	(€)	386.60 €	340.67 €	320.02 €
	(Mill. COP)	989	871	818
Costos totales / viajeros-año	(€)	0.24 €	0.20 €	0.16 €
	(Mill. COP)	0.61	0.51	0.42

6 ANEXO 1: DEFINICIÓN Y ALCANCE DE LOS RUBROS UTILIZADOS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

6.1 Introducción.

El documento MB-GC-ET0019 establece en el §1.1 que los costos de operación y mantenimiento comprenderán los costos directos de la actividad, sin los costos de estructura (que dependerán del esquema final de gestión), ni los costos financieros y las amortizaciones.

En el §1.3.2 establece, además, que los costos de Operación y Mantenimiento se presentarán en los siguientes rubros:

- a. Personal propio
- b. Materiales y Aprovisionamientos
- c. Energía
- d. Servicios exteriores:
 - i. Reparaciones y conservación de inmovilizado.
 - ii. Reparación y conservación de trenes.
 - iii. Limpieza y saneamiento.
 - iv. Seguridad y vigilancia.
 - v. Transporte y manipulación de la recaudación.
 - vi. Seguros
 - vii. Suministros.
 - viii. Otros costos.

De todos ellos, sólo se describen, aunque no siempre claramente, los rubros indicados en los numerales a, diii, div, dvii y el c; nada se dice del resto.

Al objeto de aclarar el alcance del documento elaborado, se ha redactado el presente anexo con el objeto de **“definir claramente el contenido de cada uno de los términos (o rubros) indicados más arriba y especialmente qué tipo de repuestos y de reposiciones han sido considerados en los mismos”**.

6.2 Definiciones.

Dado que los rubros anteriores afectan directamente a la contabilidad de la empresa, las definiciones se harán no sólo desde un punto de vista técnico sino también desde un punto de vista económico-contable. En lo que sigue y salvo comentario explícito en contra, se utilizarán los términos y definiciones considerados en el Plan General de Contabilidad recogido en el RD 1514/2007 de 16 de noviembre.

6.2.1 Personal propio.

El documento MB-GC-ET0019 en el §1.3.1 indica que se entregará una propuesta de organización de la Operación y Mantenimiento con el número de personas necesarias para cada función. Otros apartados, como los §1.2.1 y §1.2.2, sólo establecen criterios en cuanto a la jornada de servicio, número de mandos o de personal por turno sin indicar las partidas que deberán tenerse en cuenta para la evaluación del coste del Personal propio.

A los efectos del presente documento, se considerará como costes de personal propio las retribuciones al personal de la empresa, cualquiera que sea su concepto, así como los gastos de carácter social en que la empresa incurra. El costo del personal estará formado, por tanto, por:

- **Sueldos y salarios:** remuneraciones fijas o eventuales percibidas por el personal de la empresa.
- **Seguridad y previsión social:** aportaciones de la empresa establecidas por ley, tales como seguro social y seguro de accidentes de trabajo, entre otros.
- **Otros gastos sociales:** gastos de naturaleza social realizados por la empresa en cumplimiento de disposiciones legales o por decisión voluntaria.

6.2.2 Materiales y Aprovisionamientos.

Esta cuenta incluye los siguientes conceptos:

- **Materias primas:** son aquéllas que mediante su elaboración o transformación se destinan a formar parte de los productos fabricados.
- **Materiales auxiliares:** son materiales destinados al proceso de fabricación, complementarios de las materias primas.
- **Combustibles:** materiales energéticos susceptibles de almacenamiento.
- **Repuestos:** piezas destinadas a ser montadas en instalaciones, equipos o máquinas en sustitución de otras semejantes. Suelen incluirse en esta cuenta solamente los repuestos que tengan un ciclo

de almacenamiento inferior a un año. Son, por tanto, piezas de rotación elevada cuyo consumo suele ser bajo (tornillería, electrodos de soldadura, por ejemplo).

- **Embalajes:** cubiertas o envolturas, generalmente irrecuperables destinadas a resguardar productos o mercaderías que deban transportarse.
- **Material de oficina:** el destinado a la finalidad que indica su denominación.
- **Otros costos:** se incluyen aquí los costos de uniformes, vestuario y prendas de protección.

En la práctica del mantenimiento sólo son de aplicación los combustibles, los repuestos, el material de oficina y los otros costos. Asimismo, los combustibles y los repuestos se suelen agrupar bajo el rubro de **Consumo de materiales** (o Materiales de consumo).

6.2.3 Energía.

El documento MB-GC-ET0019 en el §1.2.3 considera que los costos de energía abarcarán los siguientes dos grandes grupos de consumo:

- Alta tensión, para la circulación de los trenes.
- Baja tensión, para el suministro a estaciones, talleres y resto de dependencias.

6.2.4 Reparaciones y Conservación.

Comprenden los gastos de sostenimiento de los activos materiales e inmateriales de la empresa.

En este documento sólo se considerarán los costes derivados del inmovilizado material de la empresa vinculado a la operación. Queda fuera del ámbito de este documento los costes de las reparaciones y conservación del inmovilizado inmaterial, como son las aplicaciones informáticas, por ejemplo, los cuales se ubicarán dentro del marco competencial de los costes de estructura.

De acuerdo con la Resolución de 1 de marzo de 2013 del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, se entiende:

- Por **reparación** el proceso por el que se vuelve a poner en condiciones de funcionamiento un activo inmovilizado, mientras que
- La **conservación** tiene por objeto mantener el activo en buenas condiciones de funcionamiento, manteniendo su capacidad productiva.

Ambos conceptos coinciden con los de mantenimiento correctivo y preventivo que establece la norma EN 13306. Quedan fuera de esta cuenta los costos de renovación y los de ampliación y mejora del inmovilizado los cuales se considerarán como costos de capital y deberán amortizarse durante el periodo de vida que se considere.

En esta cuenta se incluyen los repuestos no incluidos en la cuenta de Materiales y aprovisionamientos; asimismo, se incluyen los trabajos de reparación que se realicen fuera de la empresa por talleres especializados.

6.2.5 Limpieza y saneamiento.

El documento MB-GC-ET0019 describe en el §1.2.1.4 que la limpieza abarcará las estaciones y los trenes, considerándose en cada caso como costos de operación y de mantenimiento, respectivamente.

No se define el concepto de saneamiento por lo que se considerarán aquí los costos derivados de las actividades de desinfección y desratización de trenes, túneles y estaciones de acuerdo con la normativa vigente.

6.2.6 Seguridad y vigilancia.

El documento MB-GC-ET0019 describe en el §1.2.1.5 como costos de seguridad y vigilancia los necesarios para:

- Contribuir a la percepción de seguridad en todos los espacios de la PLMB y
- Establecer un adecuado control del fraude.

6.2.7 Transporte y manipulación de la recaudación.

Comprende los costos de transporte, manipulación y gestión del recaudo realizado en las taquillas y máquinas expendedoras automáticas.

6.2.8 Seguros.

Se considerarán aquí las cantidades satisfechas en concepto de primas de seguro, excepto las que se refieren al personal de la empresa. Son, por tanto, las primas por seguros de responsabilidad civil y del patrimonio de la empresa, principalmente.

6.2.9 Suministros.

Contablemente, se consideran Suministros a la energía y cualquier otro abastecimiento que no tenga la cantidad de almacenable, como el agua, el gas, etc.

Sin embargo, el documento MB-GC-ET0019 en el §1.2.2.4 considera como suministros los fungibles, material de oficina, recambios y repuestos que ya han sido considerados en el rubro de Materiales y aprovisionamientos.

En este documento no será considerada, porque la energía, que es la partida más importante, se analiza de forma separada. Los otros suministros (de agua, gas, etc.) se incluirán en los gastos de estructura.

6.2.10 Otros costos.

Suelen considerarse aquí los gastos de viaje, los de oficina no considerados en otras cuentas, etc. No serán considerados en este estudio dado su pequeño valor.

6.3 Repuestos.

La norma EN 13306 define Repuesto al elemento destinado a reemplazar un elemento análogo, con el fin de restablecer la función requerida original de dicho elemento. Esta definición implica necesariamente que el elemento original puede repararse.

El elemento que está dedicado y/o es intercambiable con un elemento determinado se denomina a menudo “elemento de recambio”. A su vez, el elemento sustituido puede ser:

- **Reparable**, cuando después del fallo y bajo condiciones determinadas, puede devolverse a un estado en el que pueda desarrollar su función requerida.
- **Consumible**, cuando no es reparable y por tanto sólo tiene una utilización única. Se denomina también **fungible**.

A partir de la norma FD X 60-000 se pueden establecer diferentes clases de repuestos, a saber:

- **Repuestos para mantenimiento normal.** Se trata de materiales consumibles o de elementos que deben ser sustituidos como consecuencia del desgaste o deterioro que sufre durante su uso habitual. Son ejemplos de este tipo los aceites de los reductores, los frotadores de los pantógrafos, los rodamientos de los ejes motores, las guarniciones de freno y las ruedas, por ejemplo, entre otros muchos.

- **Piezas del parque para revisiones periódicas (PRP).** Se trata de piezas específicas, de conjuntos o de subconjuntos, destinados a constituir el parque mínimo que garantice la rotación normal necesaria para realizar las revisiones periódicas definidas en el mantenimiento del equipo y/o sistema por el Suministrador de los mismos, como también su mantenimiento correctivo en caso de fallo. No tienen el carácter de un consumible ni están sometidos a desgates o deterioro, aunque sí algunos de sus componentes internos. Las PRP son en realidad piezas específicas del sistema ofertado, cuyo periodo de fabricación es largo y suelen tener una vida útil similar a la del sistema. Son ejemplos de este tipo de piezas, los bogies, los motores, compresores, transformadores, etc.
- **Piezas del parque para averías excepcionales (PAE).** Se trata de conjuntos o subconjuntos como los descritos anteriormente más piezas específicas necesarias para reparar el sistema o algunos de sus conjuntos en caso de averías excepcionales e incluso, de incidencias como vandalismo, accidentes, etc. La elección de estas piezas se hará teniendo en cuenta el hecho de que su posterior fabricación exigirá el empleo de medios que harían que el plazo de fabricación tuviera una duración excesiva, o que su precio de coste no guardara relación alguna con una fabricación en serie; son ejemplo de este tipo de piezas las descritas anteriormente como PRP más piezas específicas como perfiles estructurales de la caja, testeras de los coches de cabeza, vidrios de las testeras frontales, hojas de las puertas de pasaje o de emergencia, etc., para el caso de MR.

Todo lo anterior se ha resumido en la tabla siguiente.

CLASE	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS	APLICACIÓN
Repuestos-recambios para el mantenimiento normal	Fungibles y/o consumibles, que se sustituyen por fallo o desgaste.	Aceites, frotadores pantógrafo, guarniciones de freno, etc.	Mantenimiento menor (preventivo).
Piezas para revisiones periódicas	Elementos reparables, no consumibles, necesarios para los ciclos de mantenimiento.	Bogies, motores, etc.	Mantenimiento mayor (preventivo).
Piezas para averías excepcionales	Piezas específicas, no estándar, con periodo de fabricación grande. Necesarias por averías y/o accidentes.	Piezas para revisiones periódicas y otras como perfiles de caja, estructura de asientos, etc.	Mantenimiento menor correctivo, Mantenimiento mayor (accidentes, vandalismo)

A efectos de los costos de mantenimiento en este documento se han considerado los repuestos siguientes:

- Repuestos para mantenimiento normal.
- Los repuestos necesarios para reparar o conservar las PRP.

Por su parte, los PRP forman parte de la inversión inicial que se realiza conjuntamente con el activo o sistema al cual pertenecen; su reposición se contabilizará vía inversión mediante la amortización adecuada. Asimismo, el costo de adquisición de las PAE forma parte de la inversión inicial que se realiza conjuntamente con el activo o sistema al cual pertenecen. Su reposición se contabilizará vía inversión mediante la amortización adecuada.

De acuerdo con lo dicho antes, los recambios para mantenimiento normal y los consumos derivados del mantenimiento de las PRP se computarán como Aprovisionamientos siempre que su ciclo de almacenamiento sea inferior a un año, en caso contrario, deberán imputarse a Reparaciones y conservación.

6.4 Reposiciones.

Definimos como Reposición al acto de sustituir un elemento por otro, por haber llegado el primero al final de su vida útil.

Por vida útil la norma EN 13306 la define como el intervalo de tiempo que bajo unas condiciones dadas comienza en un instante de tiempo determinado y termina cuando la tasa de fallo se hace inaceptable o cuando el elemento se considera irreparable como resultado de una avería o bien de otros factores relevantes.

La Resolución de 1 de marzo de 2013 admite como relevantes los siguientes factores:

- El uso y desgaste físico esperado, como en el caso de los carriles y la catenaria, por ejemplo.
- La obsolescencia técnica, como sucede con los sistemas que utilizan tecnologías de las telecomunicaciones, por ejemplo.
- La obsolescencia comercial, habitual en los sistemas próximos al viajero como los sistemas de información y el interiorismo de los trenes, por ejemplo.
- Los límites legales u otros que afecten a la utilización del elemento o partes del mismo.

Las reposiciones constituyen costos del capital y son por tanto, inversiones y no costos de mantenimiento propiamente dicho.

Las reposiciones y los repuestos definidos como PRP y PAE deberán ser amortizados al objeto de contabilizar la depreciación que sufre el elemento como consecuencia de su propio funcionamiento. La amortización es, por tanto, el reflejo del patrón con arreglo al cual se espera que se consuman los beneficios o rendimientos económicos inherentes al elemento antes citado y se debe iniciar en el instante mismo que el elemento se encuentre en condiciones de funcionamiento, una vez concluido el periodo de prueba. El propósito es disponer del capital necesario para cuando deban ser sustituidos.

Las reposiciones, y su efecto contable las amortizaciones, no suelen considerarse como costos de la actividad tal y como se cita en el documento MB-GC-ET0019 en su §1.1.

7 ANEXO 2: ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS DE TRACCIÓN

7.1 Introducción.

La información del consumo de los trenes obtenida a partir del estudio de simulación para la determinación de las subestaciones a instalar (Documento R5, 202006-DF-PR18-ANX22-MEM-01-03) está basada en unas condiciones establecidas de marcha y de peso de los trenes. Como quiera que en la práctica operativa las condiciones serán distintas a lo largo del día y de cada tipo de día, el consumo real futuro diferirá del calculado hasta ahora considerado únicamente las condiciones de marcha con carga máxima en los trenes.

7.2 Estimación de la energía consumida en distintas condiciones de carga y marcha.

Manteniendo las condiciones de carga, indicadas en el documento R5, se determina el modo de Operación 2, en el cual la simulación se realiza en el modo de operación determinado en el documento de R3 (marcha tendida correspondiente al tiempo de simulación T4).

Se realizan dos simulaciones en modo Marcha Tensa para condiciones de carga EL-E y EL-6, obteniéndose los siguientes valores.

Marcha libre de 1 tren con EL6: Velocidad máx. 90 km/h y 100% Potencia (4.500 kW)		
	Tiempo	Consumo (kWh)
Sin Regeneración de Energía		
IDA	00:40:09	1.241,21
VUELTA	00:40:19	1.244,71
Con Regeneración de Energía		
IDA		992,97
VUELTA		995,77

Marcha libre de 1 tren con EL-E: Velocidad máx. 90 km/h y 100% Potencia (4.500 Kw)		
	Tiempo	Consumo (kWh)
Sin Regeneración de Energía		
IDA	00:39:14	915,65
VUELTA	00:39:18	916,12
Con Regeneración de Energía		
IDA		732,50
VUELTA		732,90

Adicionalmente se ha realizado una simulación en modo de operación 2, Marcha Tendida (T4), que es realmente con la que se va a operar la práctica totalidad de las circulaciones diarias, obteniéndose los siguientes coeficientes correctores de potencias.

% Potencia del modo 2 de operación del MR con EL6: Velocidad máx. 75 km/h y 100% Potencia (4.500 kW) respecto de marcha libre		
	Potencias Medias	Potencias Máximas
Sin Regeneración de Energía	84,29 %	92%
Con Regeneración de Energía	67,5%	79%

Para el paso de los consumos unitarios de cada circulación se ha adoptado el factor 67.5 %. Es decir, a los consumos obtenidos en condiciones de Marcha Tensa (T1), se le aplica este factor para el paso a la Marcha Tendida (T4)

Con unas condiciones de marcha similares y sólo variando la carga del tren, se puede considerar, en primera aproximación, que la energía consumida por un tren será proporcional a la carga que tenga en cada momento.

La metodología seguida ha sido:

- Se consideran estados de carga desde EL0 (sólo viajeros sentados), hasta EL6 (6 viajeros/m²).
- Consumo Energético para Carga Máxima (Ehp). kWh/circulación.
- Consumo Energético en Vacío.

Podrá tenerse una estimación del consumo en cada una de las horas consideradas de la siguiente forma:

- Consumo energía en $h_i = E_{h_i} = E_{hp} * f_{h_i}$

Siendo Ehp un valor conocido actualmente, mientras que el factor f_{h_i} puede estimarse a partir de:

$f_{h_i} = (tara + carga_i) / (tara + carga\ máxima)$

En las siguientes tablas se muestran las cargas (i) y los consumos Eh(i) asociados para cada estado de carga considerado.

Plazas Sentadas	207	Peso viajero (kg)	70	Eh(i)	(T1) M. Tensa	(T4) M. Tendida
Plazas Pie (EL6)	1793	Peso Tren	Tn		(kw/h)	(kw/h)*
		Peso Vacío	239.53	VACÍO	732.70	494.57
Viajeros EL0	207	Peso EL0	254.02	EL0	759.78	512.85
Viajeros EL1	506	Peso EL1	274.95	EL1	798.90	539.26
Viajeros EL2	805	Peso EL2	295.88	EL2	838.02	565.66
Viajeros EL3	1 104	Peso EL3	316.81	EL3	877.14	592.07
Viajeros EL4	1 403	Peso EL4	337.74	EL4	916.26	618.48
Viajeros EL5	1 702	Peso EL5	358.67	EL5	955.38	644.88
Viajeros EL6	2 000	Peso EL6	379.53	EL6	994.37	671.20

*El factor de paso de Marcha Tensa (T1) a Marcha Tendida (T4) es del 67.5%

7.3 Estimación de la energía consumida por día tipo.

En el documento R3, se realizó una tipificaron de los días del año. Para cada día tipo se realizó una distribución diaria de la demanda y a continuación se determinaron las frecuencias de paso de los trenes

en función de la demanda estimada para cada franja horaria. La demanda estimada para cada franja horaria se realizó determinando un % sobre la demanda en hora punta de un día medio laborable.

Para el cálculo de la energía consumida a lo largo del día la metodología ha sido:

- En cada franja horaria se ha determinado el número de viajeros subidos/bajados por estación y sentido de circulación en función del % sobre la Hora Punta.
- Determinación de la carga media por tramo de la línea para cada sentido. La carga media se determina dividiendo la carga por tramo entre estaciones por el número de circulaciones en esa franja horaria.
- Determinación de la carga media en todo el itinerario de la línea para cada sentido. La carga media del itinerario es la media aritmética de las cargas por tramo.
- Obtenida la carga media de itinerario, se asigna el consumo Eh (i) y se multiplica por el número de circulaciones.
- Este proceso se realiza para todas las horas del día tipo, obteniéndose el consumo medio del día tipo.

En la siguiente tabla se muestra el proceso seguido para la determinación de la ocupación media horaria.

DÍA LABORABLE SENTIDO: PORTAL DE LAS AMÉRICAS - CALLE 127	Estación	HORA PUNTA		05:00 - 06:00						
		Ascensos Sentido 1	Descensos Sentido 1	Ascensos Sentido 1	Descensos Sentido 1	Carga Tramo	Carga Unitaria Tren	Viajeros Sentados	Viajeros de Pie	Densidad (viaj/m²)
	Portal de las Américas	5 490	0	4 118	0					
	Casablanca	3 160	0	2 370	0	4 118	206	206	0	0.00
	Villavicencio	6 070	10	4 553	8	6 488	324	207	117	0.39
	Palenque	6 210	0	4 658	0	11 033	552	207	345	1.15
	Kennedy	2 810	40	2 108	30	15 690	785	207	578	1.93
	Boyacá	3 600	2 020	2 700	1 515	17 768	888	207	681	2.28
	1° de Mayo	0	360	0	270	18 953	948	207	741	2.48
	Avenida 68	9 010	1 230	6 758	923	18 683	934	207	727	2.43
	Rosario	2 550	320	1 913	240	24 518	1 226	207	1 019	3.41
	NQS	1 900	3 640	1 425	2 730	26 190	1 310	207	1 103	3.69
	Santander	8 180	660	6 135	495	24 885	1 244	207	1 037	3.47
	Nariño	860	560	645	420	30 525	1 526	207	1 319	4.41
	Hortúa	4 040	1 510	3 030	1 133	30 750	1 538	207	1 331	4.45
	San Victorino	2 350	5 340	1 763	4 005	32 648	1 632	207	1 425	4.77
	Lima	2 740	1 350	2 055	1 013	30 405	1 520	207	1 313	4.39
	La Rebeca	1 410	3 090	1 058	2 318	31 448	1 572	207	1 365	4.57
	P. Nacional	1 120	3 270	840	2 453	30 188	1 509	207	1 302	4.36
	Gran Colombia	240	2 820	180	2 115	28 575	1 429	207	1 222	4.09
	Marly	0	80	0	60	26 640	1 332	207	1 125	3.76
	Sto Tomás	480	3 460	360	2 595	26 580	1 329	207	1 122	3.75
	Pza Lourdes	230	1 910	173	1 433	24 345	1 217	207	1 010	3.38
	Av. Chile	510	12 050	383	9 038	23 085	1 154	207	947	3.17
	Calle 85	310	4 450	233	3 338	14 430	722	207	515	1.72
	Parque 93	250	3 390	188	2 543	11 325	566	207	359	1.20
	Calle 100	460	4 130	345	3 098	8 970	449	207	242	0.81
	Usaquén	0	630	0	473	6 218	311	207	104	0.35
	Calle 127	0	7 630	0	5 723	5 745	287	207	80	0.27
	Total	63 980	63 950	47 985	47 963	OCUPACIÓN MEDIA HORARIA				2.72

En la siguiente tabla se muestra como a partir de los índices de ocupación media horaria se obtiene para cada sentido el consumo energético para un día tipo.

	Franja Horaria	SENTIDO 1				SENTIDO 2					
		Densidad (viaj/m ²)	Consumo (KWh/Circ)	Circ / Hora	Total Consumo Hora-Sentido	Densidad (viaj/m ²)	Consumo (KWh/Circ)	Circ / Hora	Total Consumo Hora-Sentido	Consumo Total Horario	
DÍA LABORABLE 2021	5:00 - 6:00	2.72	592.07	20	11 841	0.28	539.26	20	10 785	22 627	
	6:00 - 7:00	3.10	916.26	24	21 990	0.37	539.26	24	12 942	34 932	
	7:00 - 8:00	3.10	916.26	24	21 990	0.16	539.26	24	12 942	34 932	
	8:00 - 9:00	2.04	592.07	20	11 841	0.14	539.26	20	10 785	22 627	
	9:00 - 10:00	2.81	592.07	13	7 894	0.30	539.26	13	7 190	15 084	
	10:00 - 11:00	2.81	592.07	13	7 894	0.30	539.26	13	7 190	15 084	
	11:00 - 12:00	2.81	592.07	13	7 894	0.30	539.26	13	7 190	15 084	
	12:00 - 13:00	2.72	592.07	20	11 841	0.28	539.26	20	10 785	22 627	
	13:00 - 14:00	3.16	618.48	13	8 246	0.38	539.26	13	7 190	15 436	
	14:00 - 15:00	3.16	618.48	13	8 246	0.38	539.26	13	7 190	15 436	
	15:00 - 16:00	3.16	618.48	13	8 246	0.38	539.26	13	7 190	15 436	
	16:00 - 17:00	2.49	592.07	20	11 841	0.23	539.26	20	10 785	22 627	
	17:00 - 18:00	3.40	618.48	20	12 370	0.44	539.26	20	10 785	23 155	
	18:00 - 19:00	2.49	592.07	20	11 841	0.23	539.26	20	10 785	22 627	
	19:00 - 20:00	3.10	618.48	12	7 422	0.37	539.26	12	6 471	13 893	
	20:00 - 21:00	3.10	618.48	12	7 422	0.37	539.26	12	6 471	13 893	
	21:00 - 22:00	2.34	592.07	12	7 105	0.20	539.26	12	6 471	13 576	
	22:00 - 23:00	1.59	565.66	8	4 525	0.06	539.26	8	4 314	8 839	
	TOTAL CONSUMO DÍA LABORABLE (kw/h)										347 916

AÑO 2050	
CONSUMO TOTAL ANUAL (kW/h)	181 605 003
c x km x año	46 982 032
Consumo (kw / c x km x año	3.87

7.6 Observaciones finales.

Con la proceso de cálculo seguido a lo largo de este anexo, se considera que los valores obtenidos se asemejarán más fielmente al futuro consumo real del tren y por tanto, será el valor que se tomará para la estimación de los costes energéticos de tracción.

Para la estimación de los costes energéticos de tracción se utilizará el valor **3.85 kwh/ coche x km).**